TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

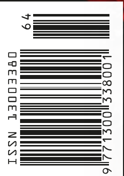
Aylık Popüler Bilim Dergisi Mart 2023 Yıl 56 Sayı 664 - 11 TL

6 Şubat 2023 Depremleri

Dünyada Ender Görülen "İkili" Depremler

POSTER Deprem

Bilim ve Teknik Mart 2023 Yıl 56 Sayı 664 6 ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ



"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır."
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 56 Sayı 664
Mart 2023

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Evren Mutlugün
Prof. Dr. Faruk Soydugan

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon
Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker
Ayşe Dilara Cumhur

Mobil Uygulama
Selim Özden

Mali ve İdari Hizmetler
M. Furkan Aktaş

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Bilim ve Toplum Başkanlığı
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri
abone@tubitak.gov.tr
yayinlar.tubitak.gov.tr

Baskı
Başak Matbaacılık Tanıtım
Hizmetleri İth. İhr. A.Ş.
basakmatbaa.com

Baskı Tarihi 20.02.2023

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 11 TL

Her ayın 1'inde çıkar.



Depremlerde hayatını kaybeden tüm vatandaşlarımızı bir kez daha rahmetle anıyor, yaralılarımıza acil şifalar diliyoruz. Geçmiş olsun Türkiye!

Yüzyılın en yıkıcı ve en fazla can kaybının yaşandığı karasal "ikili" depremleri… 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde 7,7 Mw büyüklüğünde yıkıcı bir deprem meydana geldi. Aynı gün, bu depremden yaklaşık 9 saat sonra, Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde, 7,6 Mw büyüklüğünde ikinci bir yıkıcı deprem daha oldu.

Depremler çok geniş bir alanı etkiledi ama özellikle 11 ilimizde on binlerce can kaybına, yüz binlerce kişinin yaralanmasına ve çok ciddi yıkımlara neden oldu. Bu depremler, bir yandan neden oldukları kayıplar ve yıkımlarla tüm ülkeyi yasa boğarken diğer yandan bir deprem kuşağında yer alan ülkemizde depreme karşı hazırlıklı olmanın, yönetmeliğe uygun ve depreme dayanıklı binaların inşa edilmesinin önemini bizlere bir kez daha hatırlattı.

Bu ay ağırlıklı olarak deprem konusuna ve - hem bu sayı için yeni hazırlanan hem de geçmiş sayılarda yayımlanan ama içeriği güncellenen - çok özel deprem yazılarına yer veriyoruz. İçeriğimiz, ülkemizi yasa boğan ve 11 ilimizde yıkımlara neden olan Kahramanmaraş merkezli depremlerden, deprem dayanışma çalışmalarından, deprem mühendisliği alanında çok başarılı çalışmalara imza atan Prof. Dr. Mustafa Erdik söyleşisinden, depreme dayanıklı yapıların inşasında kullanılan yeni teknolojilerden, depremlerden nasıl korunmamız gerektiğinden, deprem öncesinde, esnasında ve sonrasında nelere dikkat etmemiz gerektiğinden, bazı yerlerde deprem sonrasında gözlemlenebilen ışıklardan, evrendeki diğer gök cisimlerinde meydana gelen depremlerden ve depremi detaylı bir şekilde ele alan posterimizden oluşuyor.

Farklı ilgi alanlarına hitap eden Bilim Haberleri, Bilim Çizgi, Tekno-Yaşam, Merak Ettikleriniz, Bilim Tarihinden Notlar, Doğa, Gökyüzü, Düşünme Kulesi, Satranç, Ayın Matematik Sorusu, Zekâ Oyunları ve Yayın Dünyası köşelerimizdeki yazıları da beğenerek okuyacağınızı umuyoruz.

Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından faydalanmak ayrıca hem yeni hem de eski sayılarımızı satın almak için yayinlar.tubitak.gov.tr adresini ziyaret edebilir; "TÜBİTAK Yayınlar" mobil uygulamasını da indirebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da ilgiyle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler



Ülkemiz tarihinin en büyük deprem afetlerinden birini yaşıyor. Depremin hemen ardından, devletimiz ve milletimiz el ele vererek depremzedelerin hayatını kurtarmak ve mağduriyetlerini gidermek üzere harekete geçti. TÜBİTAK olarak biz de bu dayanışmada, hem sahadaki destek çalışmalarımızla hem de bilimsel ve teknolojik çözümler üretmeye yönelik çabalarımızla aktif rol alıyoruz.

Öngörülemeyen ve önlenemeyen doğal afetler olan depremleri en az can ve mal kaybıyla atlatabilmenin yolu öncelikle depreme dayanıklı yapılar inşa etmekten geçiyor. Günümüzde depreme dayanıklı binalar inşa etmek amacıyla geliştirilen teknolojiler birçok ülkede etkin bir şekilde kullanılıyor.

Kuprat minerallerindeki yüksek sıcaklık süper iletkenliğinin nasıl ortaya çıktığının anlaşılmasıyla birlikte oda sıcaklığında süper iletkenlik gösteren malzemeler üretmeye yönelik çalışmaların da hız kazanması bekleniyor.



Dergimize "Bilim ve Teknik ile Büyüdüm!", "Düşünme Kulesi" ve "Ayın Sorusu" köşeleri ile ilgili içerik gönderen okurlarımız, "Kişisel Verileri Koruma Kanunu" kapsamında, paylaştıkları verilerin ve bilgilerin dergimiz tarafından yayınlanmasına açık rıza göstermiş sayılacaktır.

Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

 Bilim ve Teknik

 tubitakbiltek

 tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm*

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

"Sorularıma Cevap Bulduğum Dergim..."

Merhaba,

İlkokuldayken babama hep soru sorardım. Ve babama sorduğum soruların cevapları genelde beni tatmin ederdi. Ta ki annem marketten gelince elime *Bilim Çocuk* dergisini verinceye kadar... Annem bana dergiyi verdiğinde çok şaşırmıştım, hemen açıp okumaya başladım. Okumaya başladığımda tüm sorularımın cevaplarının derginin içinde saklı olduğunu fark ettim. O günden sonra annemden *Bilim Çocuk* dergisinin her sayısını almasını isterdim.

Altıncı sınıftan beri *Bilim ve Teknik* dergisini okuyorum ve sorularımın cevaplarını buluyorum, hatta babamın da gençliğinde *Bilim ve Teknik* dergisini okuduğunu öğrendim. Ancak hiçbir zaman babama soru sormaktan çekinmeyeceğim.

Eren Çağan Güleç
7. Sınıf Öğrencisi, İzmir

"İlk Günkü Heyecan ile..."

Merhaba,

50 yıldır dergimizi hâlâ ilk günkü heyecan ile okuyorum. Bu heyecanı sevdiklerimize de tattırmak için her bir abonenin Mart 2023'te en az bir kişinin daha abone olmasını sağlayacak bir abonelik kampanyası başlatmanın ne kadar anlamlı olacağını düşünüyorum.

Yine sevdiklerimize doğum günü hediyesi olarak *Bilim ve Teknik* dergisi sunmayı yaygınlaştırabiliriz. Biz kampanya bayrağını torunum Derin ile tüm abonelerin taşımasını diliyoruz.

En içten sevgilerimizle...

Hurşit Yurtseven ve Derin Erdil

“Koleksiyon Yaptım”



Merhaba,

Merhaba,
19 yaşındayım. Tıp okumak istiyorum. Babam sayesinde 2010 yılında, 7 yaşındayken, *Bilim Çocuk* ile tanıştım. Son 4-5 yıldır da *Bilim ve Teknik* okuyorum, resmen koleksiyon yaptım. O kadar çok seviyorum ki babamın 2000’li yıllardan kalan dergilerini bile okudum.

Şu an 8 yaşında olan kardeşim de önce Meraklı Minik ile başladı, şimdi artık o da *Bilim Çocuk* okuyor.

Nisan Yanmaz

“Her Ayın 1’ini İple Çekmemi Sağlayan Dergi”



Merhaba,

İlkokul yıllarımda *Bilim Çocuk* dergisiyle tanışmıştım. Okumak o kadar çok keyif veriyordu ki okul harçlıklarımdan biriktirip her ay kırtasiyeye koşuyordum. Gün geçtikçe büyüdüm ve okumayı bıraktım. 2 ay önce internette gezerken karşıma *Bilim ve Teknik* dergisi çıktı. Yıllardır hissedemediğim okuma merakımı öyle bir canlandırdı ki hemen gidip aldım. *Bilim ve Teknik* dergisinin aldığım ikinci sayısı, yıllar önce her ay başı koşup kırtasiyeden *Bilim Çocuk* aldığım anda yaşadığım hissi yıllar sonra bana yeniden yaşattı. Her sayfasını zevkle ve merakla okuyorum.
Bana yıllar sonra bu hisleri yaşattığın için iyi ki varsın *Bilim ve Teknik*.

Nazifhan Hürriyet
Sosyal Medya İçerik Üreticisi, Bursa

“Bu Dergi Bir Diş Hekimi de Yetiştirdi”



Merhaba,

Küçüklüğümden beri *Bilim Çocuk* dergisiyle devam eden tutkum Bilim Teknik’e kadar ilerledi. Bu dergiden öğrendiğim bilgiler bana ortaokul ve lise hayatımda çok yenilik kattı. Ufkumu açarak düşünce kabiliyetimi geliştirdi. Çocukken dışarda gezerken kimsenin fark etmediği şeyleri fark edebiliyordum ve bu benim için müthiş bir şeydi. Etraftaki kirli bilgilerin olduğu şu zamanda çocuklar ve gençler böyle kaliteli yayınlardan yararlanmalı.

Çocukluğumu bana tekrar tekrar hatırlatan bu dergiyle büyüyerek üniversiteye başladım. Evet, bu dergi bir diş hekimi de yetiştirdi.

Emeği geçen herkese teşekkür ederim.
Sena Nur Arslan

“Hayatıma Kattığınız Başarılar ve Bilgiler İçin Teşekkürler”



Merhaba,

Bugüne kadar her sayısını merakla beklediğim *Bilim ve Teknik*, tabii bundan önce *Bilim Çocuk* ve ondan önce ise Meraklı Minik…Bu güzel dergileri inceleme fırsatını sunan başta babam olmak üzere herkese buradan teşekkür ederim. Odamın duvarları bile *Bilim ve Teknik* dergisinin posterleriyle dolu.

Buradan derginizde emeği geçen tüm herkese hayatıma kattığınız başarılar ve bilgiler için çok teşekkür ediyorum.

İyi ki varsınız.
İyi ki varsın *Bilim ve Teknik* dergisi.

Burak Kaplan
8.Sınıf Öğrencisi, Konya

6 Şubat 2023 Depremleri

Dr. Özlem Kılıç Ekici
TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Yüzyılın En Yıkıcı Karasal "İkili" Depremleri

Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler birçok uzman tarafından yüzyılın en yıkıcı ve en fazla can kaybının yaşandığı karasal "ikili" depremleri olarak nitelendiriliyor.

Depremlerin gerçekleştiği andan itibaren tüm kalbimiz, aklımız, dualarımız ve bedenimizle tüm Türkiye tek yürek olarak depremden etkilenen bölgelerdeydik... Ülke olarak bütün kamu kurum ve kuruluşları, özel sektör, sivil toplum kuruluşları, yurt içi ve yurt dışından gelen arama ve kurtarma ekipleri ve gönüllüler ile birlikte tüm imkânlarımızla depremden etkilenen vatandaşlarımız için seferber olduk. Umutla bekledik, birçok mucize kurtuluşa şahit olduk ama her birimizi derinden yaralayan kayıplarımız da oldu maalesef. Depremlerde hayatını kaybeden tüm vatandaşlarımızı bir kez daha rahmetle anıyor, yaralılarımıza acil şifalar diliyoruz.

Bu yazımızda 6 Şubat 2023 depremleri özelinde ayrıca, genel olarak deprem kuşakları, ülkemizdeki önemli fay hatları ve dünya genelinde ender görülen ikili depremler hakkında bazı önemli bilgileri derleyerek ele almaya çalıştık.


Naeblys / iStock

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri

Afet ve Acil Durum Başkanlığı (AFAD) verilerine göre, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesinde saat 04.17'de aletsel büyüklüğü (Mw) 7,7 olarak kaydedilen yıkıcı bir deprem meydana geldi. Aynı gün, bu depremden yaklaşık 9 saat sonra, Kahramanmaraş'ın Elbistan ilçesinde saat 13.24'te, 7,6 büyüklüğünde ikinci bir yıkıcı deprem daha oldu.

Meydana gelen bu yıkıcı depremler dünya genelinde ender görülen ikili depremlerdendi. Depremler çok geniş bir alanda, (Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Elazığ ve Şanlıurfa'da) çok şiddetli hissedilerek, on binlerce can kaybına, yüz binlerce kişinin yaralanmasına ve binlerce binanın yıkılmasına ya da kullanılamayacak kadar hasar görmesine neden oldu. Depremlerin hemen ardından ilk birkaç gün içinde meydana gelen binlerce artçı depremin çoğunun aletsel büyüklüğü 4,0 ile 6,6 arasındaydı.

AFAD verileri dikkate alınarak hazırlanan Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün (MTA) deprem raporunda ilk depremin koordinatının 37,288 K - 37,043 D; odak derinliğinin 8,6 km; ikinci depremin koordinatının 38,089 K – 37,239 D; odak derinliğinin ise 7,0 km olduğu belirtiliyor. Aynı raporda, ilk depremin merkez üssünün, Kahramanmaraş'ın yaklaşık 30 km güneyinde, Doğu Anadolu Fay Hattı'nın ana kolu üzerinde 82 km uzunluğundaki Pazarcık segmentinde; ikinci depremin merkez üssünün ise Kahramanmaraş'ın yaklaşık 50 km kuzeyine rastlayan bir alanda, Doğu Anadolu Fay Hattı'nın kuzey kolu üzerinde 85 km uzunluğundaki Çardak fay segmentinde olduğu açıklanıyor.

Uzmanlar tarafından her iki depremin de sol yanal doğrultu atımlı bir fay hareketi ile kuzeydoğu-güneybatı ya da tam tersi doğrultuda oluştuğu saptandı. Doğrultu atımlı faylar, yeryüzünde 90 dereceye yakın dik bir konumda olan ve yerin içine doğru hafifçe eğimlenen faylardır. Bu faylar boyunca hareket sadece yatay olarak gerçekleşir.

Depremin büyüklüğü depremin kaynağında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsüyken, depremin şiddeti depremin yeryüzünün belirli bir noktasında sebep olduğu sallanmanın gücünü ifade eder. 1935 yılında California Teknoloji Enstitüsünde çalışan Charles Francis Richter ve Beno Gutenberg tarafından geliştirilen Richter ölçeği depremlerin aletsel büyüklüğünü hesaplamak için kullanılır. Büyüklük hesaplama formülü 10 tabanlı bir logaritma içerdiği için depremin büyüklüğünün Richter ölçeğine göre 1 birim artması gerçek büyüklüğünün 10 katına çıkması



klenger / iStock

adventtr / iStock

anlamına gelir. Richter ölçeğine göre 7,7 büyüklüğündeki 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depreminin gerçek büyüklüğü 7,4 büyüklüğündeki 17 Ağustos 1999 Gölcük depreminin yaklaşık 2 katıydı.

Bu tür, Mw≥7,0 büyüklüğündeki depremleri oluşturma potansiyeli olan faylar, genelde yeryüzünde onlarca km uzunluğunda belirgin bir yırtılma izi oluşturur; fay düzlemi boyunca oluşan ötelenme miktarı ise birkaç metreyi bulur. Fay segmentlerinin ya da bloklarının fay düzlemi boyunca birbirinden uzaklaşma miktarına deprem atımı veya ötelenme denir. 6 Şubat 2023 depremleri dikkate alındığında, uzman ekiplerin incelemeleri sonucunda çok sayıda fay segmentinin kırıldığı, deprem atımının oluştuğu, yüzlerce km uzunluğunda yüzey kırığı ve yüzeyde yer yer derin çökmelerin meydana geldiği gözlemlendi ve rapor edildi.

Büyük depremlerden sonra tsunami tehlikesinden bahsedilir. Depremin neden olduğu kırılmalar, deniz tabanının bir kısmının deniz suyuyla yükselmesine yol açar. Yükselen deniz suyu, dalgalar halinde etrafa yayılmaya başlar. Tsunami olarak adlandırılan bu dalgalar kıyılara vurarak büyük yıkımlara sebep olabilir. Kahramanmaraş depremleri deniz tabanlarında önemli bir hareketliliğe yol açmadığı için tsunami riski oluşmadı.

İkili Depremler

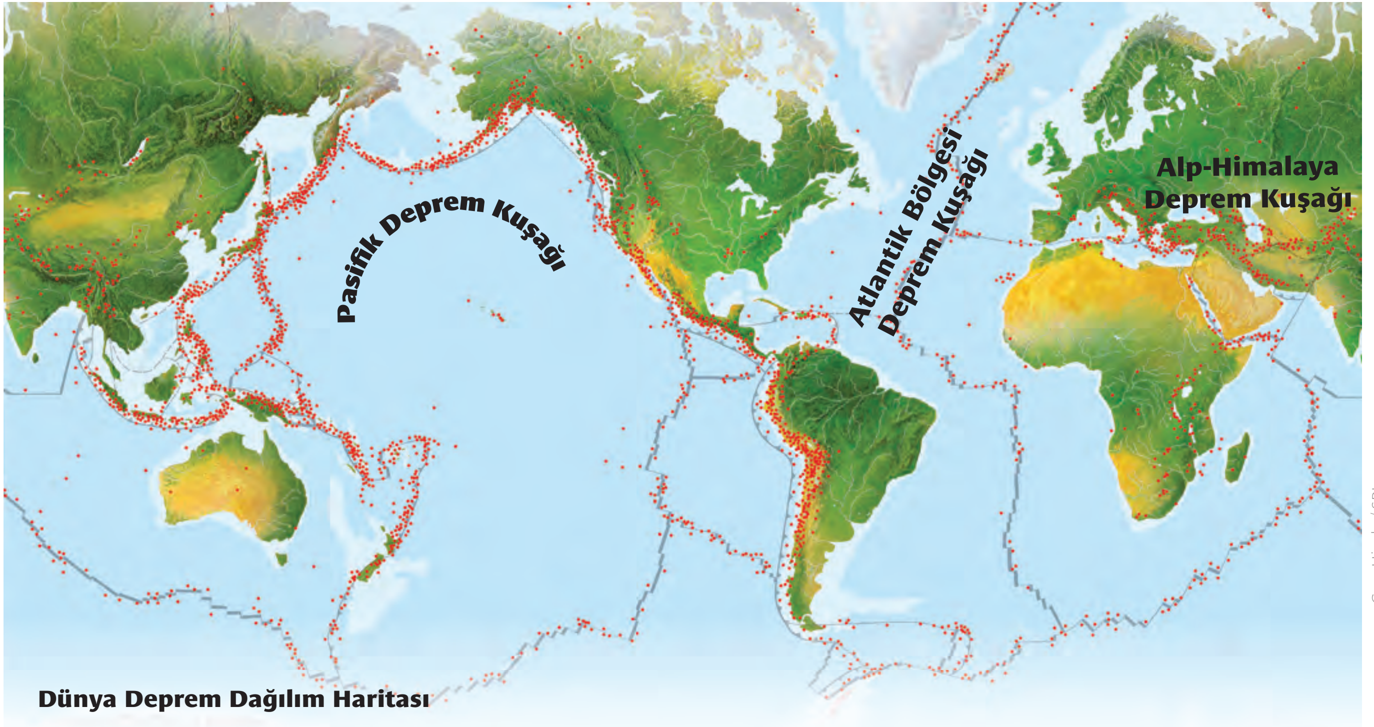
Sismolojide, ikili depremler, zaman ve konum bakımından birbirine yakın oluşan, neredeyse aynı deprem dalgası biçimlerine sahip, benzer büyüklükteki depremler olarak tanımlanıyor. Yapılan çalışmalar, dünya genelinde büyüklüğü 7,5'in üzerinde olan depremlerin yaklaşık %20 'sinin ikili deprem şeklinde gerçekleştiğini gösteriyor.

İkili depremlerin, kırılan faya sıkışmış büyük kabuk parçaları veya faydaki düzensizlikler ile kıvrımlar gibi pürüzlerin ana kırılmayı geçici olarak engellemesi durumunda ortaya çıktığı düşünülüyor. İkili depremlerin ilki sadece birikmiş enerjinin bir kısmını serbest bırakır. Saniyeler, saatler ve bazen günler içinde oluşan ikinci ana şok dalgası ise kalan enerjiyi serbest bırakır. Zaman içerisinde bu kadar birbirine yakın gerçekleşen çok büyük şokların vereceği tahribat ve etki de çok daha yıkıcı ve güçlü olur. Bu durum, çok daha fazla kişinin hayatını kaybetmesine ve yıkımların çok daha geniş alanda gerçekleşmesine neden olurken arama ve kurtarma çalışmaları için de son derece olumsuz sonuçlar doğurabilir.

Kayıtlı olan ikili depremlerin listesine bakıldığında ülkemiz dâhil birçok ülkede, farklı yıllarda 50'den fazla ikili depremin meydana geldiğini görüyoruz. Bugüne kadar milyonlarca, hatta daha da fazla sayıda depremin yeryüzünde oluştuğu göz önüne alınırsa ikili depremlerin aslında çok ender görülen bir jeolojik olay olduğunu söyleyebiliriz.

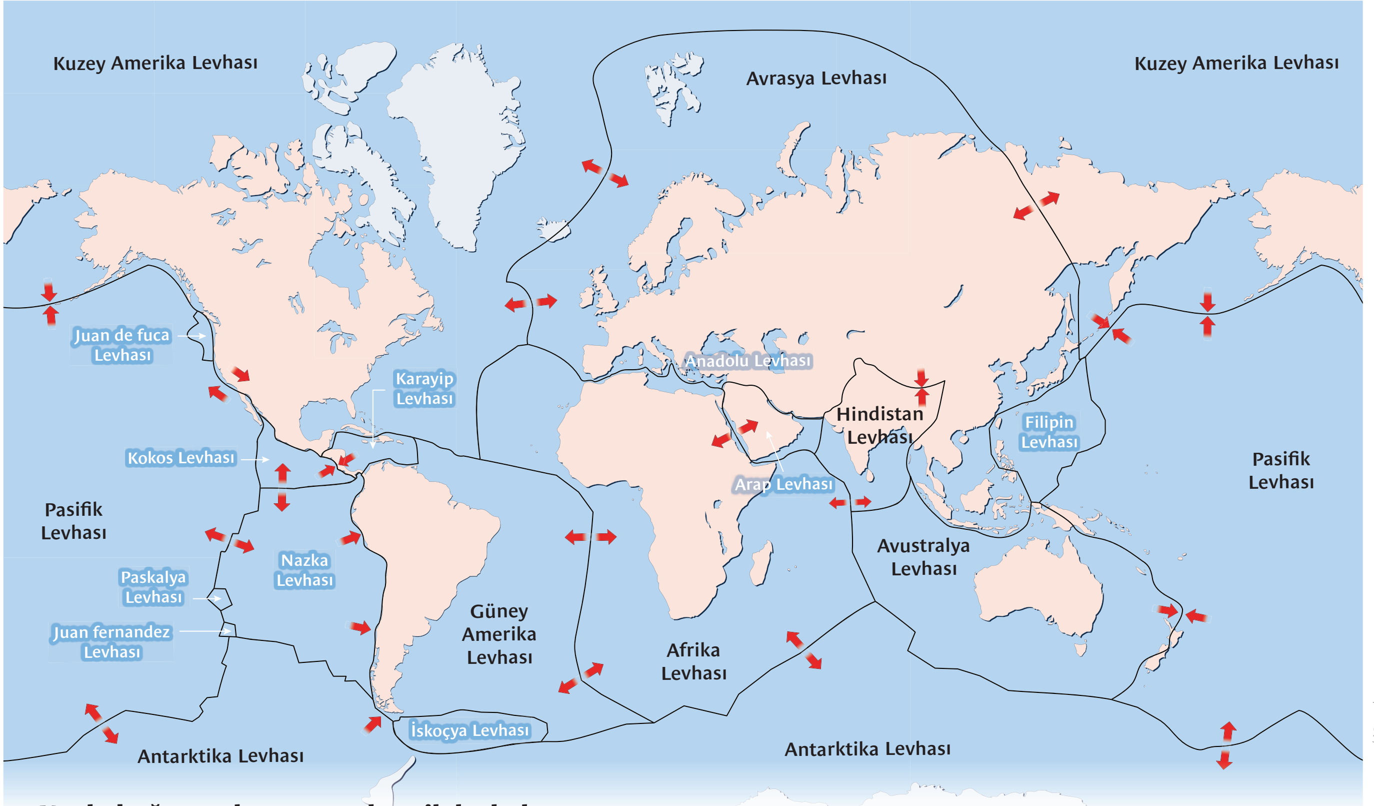
1456'da İtalya'da, 1868'de Ekvador'da, 1894'te Atina, Yunanistan'da, 2008'de İzlanda'da, 2021 ve 2022'de Fukuşima, Japonya'da, 2012'de Afganistan'da ve daha pek çok ülkede birbirine çok yakın lokasyonlarda, kısa zaman aralıklarıyla birbirini takip eden ikili depremler yaşandı. Türkiye'de 30 Eylül 1899'da (Aydın'da 6,5 Mw, Denizli'de 7,1 Mw büyüklüğünde) ve 24 Nisan 1957'de (Fethiye'de ilki 7,1 Mw büyüklüğünde, 7 saat sonra da 7,3 Mw büyüklüğünde) meydana gelen ikili depremlerin yaşandığı bildiriliyor. Ancak hem dünya genelinde hem de ülkemiz genelinde tarih boyunca meydana gelen ikili depremlerden hiçbirinin 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri kadar yıkıcı olmadığını tutulan kayıtlardan anlıyoruz.

Dünyada ender görülen ikili depremler listesine, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri de tarihteki en yıkıcı ve en fazla can kaybının yaşandığı ikili depremler olarak eklendi.



Dünya Deprem Dağılım Haritası

Önemli deprem bölgeleri kırmızı noktalar, yer kabuğunu oluşturan tektonik levhalar arasındaki sınırlar ise gri çizgiler ile gösterilmiştir. Yeryüzündeki depremler yoğun olarak üç ana deprem kuşağında; Pasifik Deprem Kuşağı, Alp-Himalaya Deprem Kuşağı ve Atlantik Bölgesi Kuşağı'nda meydana gelir.



Yer kabuğunu oluşturan tektonik levhalar

Pasifik Levhası, Kuzey Amerika Levhası, Güney Amerika Levhası, Avrasya Levhası, Afrika Levhası, Hindistan-Avustralya Levhası, Antarktika Levhası yer kabuğundaki büyük tektonik levhalardır. Anadolu Levhası, Kokos Levhası, Karayip Levhası, Nazka Levhası, Arap Levhası ise nispeten daha küçük tektonik levhalardır. Harita üzerindeki kırmızı oklar levhaların hareket yönünü gösteriyor. Hareketli levhaların bir kısmı birbirinden uzaklaşırken, bazı levhalar da birbirine yaklaşıyor.

Deprem Kuşakları

Yerkürenin dış kısmını oluşturan litosferin (taşküre) altındaki yer kabuğu, bazı kuvvetlerin etkisiyle parçalanmış ve levhalara bölünmüştür. Bu levhalar üzerlerindeki kıtalar ve okyanuslarla birlikte yavaş ama sürekli bir hareket hâlindedir. Bu levhaların hareket etmesinin ana nedeni ise Dünya'nın merkezinden yayılan ısıdır. Yüksek sıcaklığın etkisiyle çekirdeğe yakın bölgeler yüzeye doğru hareket ederken yüzeye yakın bölgeler ise merkeze doğru batar. Levhaların birbirine sürtündükleri, birbirlerini sıkıştırdıkları, birbirlerinin üstüne çıktıkları ya da altına girdikleri levhalar arası sınırlar dünyada depremlerin sıklıkla meydana geldiği bölgeler (deprem kuşakları) olarak karşımıza çıkar. Yeryüzünde depremlerin yoğun olarak meydana geldiği üç ana kuşak bulunur.

Pasifik Deprem Kuşağı:

Şili'den kuzeye doğru Güney Amerika kıyıları, Orta Amerika, Meksika, Amerika Birleşik Devletleri'nin batı kıyıları ve Alaska'nın güneyinden Aleutian Adaları, Japonya, Filipinler, Yeni Gine, Güney Pasifik Adaları ve Yeni Zelanda'yı içine alan en büyük deprem kuşağıdır. Yeryüzündeki büyük depremlerin %81'i bu kuşak üzerinde gerçekleşir.

Alp-Himalaya Deprem Kuşağı:

Endonezya'dan (Java-Sumatra) başlayıp Himalayalar ve Akdeniz üzerinden Atlantik okyanusuna ulaşan kuşaktır. Yeryüzündeki büyük depremlerin %17'si bu kuşakta oluşur.

Atlantik Bölgesi Kuşağı:

Atlantik Okyanusu ortasında yer alan levha sınırı (Atlantik Okyanus Sırtı) boyunca uzanır.

Ülkemizdeki Fay Hatları

Türkiye dünyanın aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer alır. Anadolu depremselliğinin iki ana nedeni bulunur. Birincisi, Atlas Okyanusu'nun ortalarındaki okyanus ortası sırtındaki genişlemenin Afrika levhasını kuzeydoğu yönünde hareket ettirmesidir. Afrika, Akdeniz altında Anadolu Levhası ile çarpışır ve altına dalar. İkincisi ise, Kızıldeniz ortasındaki okyanus tabanının yayılması hareketinin Arap Levhası'nı kuzey yönünde hareket ettirerek Doğu Anadolu faylarını aktifleştirmesidir. Afrika Levhası kuzey kenarındaki kabuk sıkışması neticesinde Anadolu ve Ege'nin altına dalarak batar. Bu dalma sırasında Batı Anadolu'ya çekme kuvveti uygulanır. Arap Levhası'nın baskısıyla Kuzey Anadolu Fayı boyunca batıya doğru itilen Anadolu Levhası da batıda sıkışmaya sebep olur.



PeterHermesFurian / iStock

Türkiye'de Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve Batı Anadolu Fay Hattı olmak üzere toplamda üç büyük aktif fay hattı bulunur. Siyah oklar tektonik levhaların hareket yönünü gösteriyor.


PhotoTalk / iStock

Türkiye'de Kuzey Anadolu Fay Hattı, Doğu Anadolu Fay Hattı ve Batı Anadolu Fay Hattı olmak üzere toplamda üç büyük aktif fay hattı bulunur.

Kuzey Anadolu Fay Hattı:

Dünyanın en hızlı hareket eden ve en aktif sağ-yanal atımlı faylarından olup, 1.100 km uzunluğunda sağ yönlü ve doğrultu atımlı, pek çok segmentten oluşan aktif bir fay hattıdır. Saroz Körfezi'nden başlayan bu fay hattı, Marmara Denizi, Sapanca Gölü, Adapazarı, Tosya ve Erzincan üzerinden Van Gölü'nün kuzeyine kadar uzanır. 1992 Erzincan, 1983 Erzurum, 1966 Varto, 1999 Gölcük ve Düzce depremleri bu fay kuşağında meydana geldi. Doğu ve Kuzey Anadolu fayları, Avrasya Levhası ile devam eden çarpışma nedeniyle sıkıştırılan Anadolu Levhası'nın batıya doğru hareketini birlikte barındırır.

Doğu Anadolu Fay Hattı:

Türkiye'nin doğu bölgesinde bulunan Anadolu Levhası ile kuzeye doğru hareket eden Arap Levhası sınırı boyunca uzanır. İki levhanın hareketleri arasındaki fark, fay boyunca sol yanal harekette kendini gösterir. Ölü Deniz Çöküntüsü'nün kuzey ucundaki Kahramanmaraş üçlü eklemi ile başlayıp Kuzey Anadolu Fayı ile birleştiği Karlıova üçlü ekleminde kuzeydoğu yönünde son bulan doğrultu atımlı bir fay hattıdır. Hatay, Osmaniye, Gaziantep, Kahramanmaraş, Adıyaman, Elazığ, Bingöl ve Muş'a kadar devam ettikten sonra Erzincan'dan itibaren Kuzey Anadolu Fay Hattı ile birleşir.

Batı Anadolu Fay Hattı:

Anadolu'nun batısında doğu-batı uzanışlı, kuzeyden-güneye doğru sıralanan pek çok fay hattından oluşan deprem alanıdır (Fethiye-Burdur, Knidos-Cumalı-Yakköy, Yavansu, Küçük Menderes, Eskişehir fayları, Gökova, Büyük Menderes, Gediz ve Simav grabenleri). Bu faylar sıkıştırıcı yan basınçların etkisi altında oluşur ve daha kısa atımlıdır.

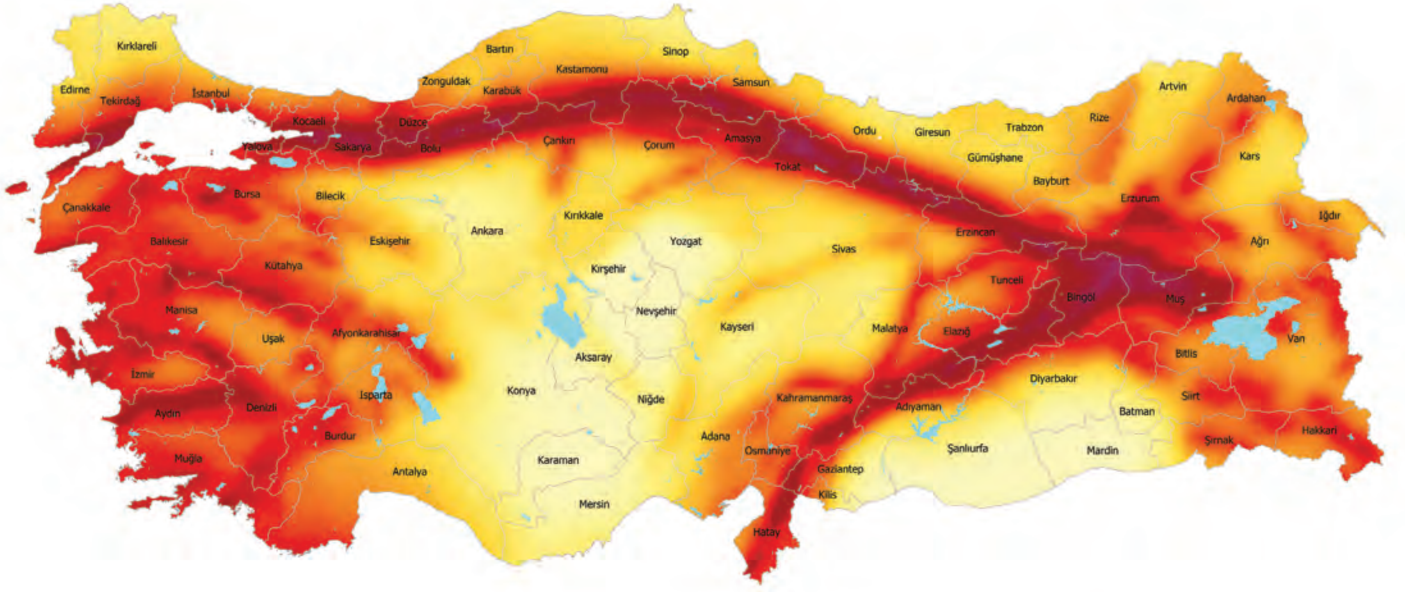
Türkiye Deprem Tehlike Haritası

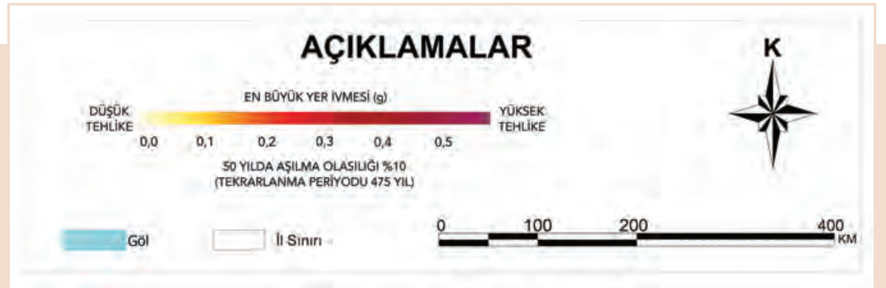
En son 1996 yılında düzenlenen Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası, AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı tarafından yenilenerek 18 Mart 2018 tarih ve 30364 sayılı T.C. Resmî Gazete'de yayımlanmış ve 1 Ocak 2019'da Türkiye Deprem Tehlike Haritası ismiyle yürürlüğe girmiştir. Yaşadığınız bölgenin deprem riskini ve aktif fay hatlarını sorgulamak için e-Devlet Kapısı uygulaması üzerinden https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/ adresini ziyaret edebilirsiniz.

MTA'nın Diri Fay Hatları Haritası

MTA tarafından yayınlanan yenilenmiş diri fay hatları haritası da deprem fay hatları hakkında birçok önemli bilgiye ışık tutuyor. Diri fay veya aktif fay, tarih boyunca deprem oluşturmuş ve oluşturmaya devam eden tüm faylara verilen isimdir.

Paylaşılan haritaya göre Türkiye'de, 5,5 Mw ve üzeri büyüklükte deprem üretebilecek 485 diri fay var ve doğrudan bunların üzerine oturan 42 il ve 110 ilçe bulunuyor. MTA'nın oluşturduğu Türkiye diri fay listesine





Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD, 2018)

ve haritalarına https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/yenilenmis-diri-fay-haritalari adresinden ulaşılabilir.

Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi tarafından sunulan bilimsel bilgi, veri ve haritalara da http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/ adresinden ulaşılabilir.

Ülkemizde 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen depremler, bir yandan neden oldukları can kayıpları, yaralanmalar ve yıkımlarla tüm ülkeyi yasa boğarken diğer yandan bir deprem kuşağında yer alan ülkemizde depreme karşı hazırlıklı olmanın, yönetmeliğe uygun ve depreme dayanıklı binaların inşa edilmesinin önemini bizlere bir kez daha hatırlattı. ■

Kaynaklar

- https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/deprem/pdf/Deprem_Bilgi_Notu_2023-02-06_Pazarcik-Kahramanmaras_2.pdf
- https://deprem.afad.gov.tr/home-page
- http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/bilgi/sss_tr.htm
- https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/deprem
- https://deprem.gazi.edu.tr/posts/download?id=43446
- http://udim.koeri.boun.edu.tr/zeqmap/hgmmap.asp
- https://deprem.afad.gov.tr/event-statistics
- http://udim.koeri.boun.edu.tr/zeqmap/hgmmap.asp#
- http://www.koeri.boun.edu.tr/scripts/lst2.asp
- http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/
- https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Doublet_earthquakes
- https://en.wikipedia.org/wiki/Doublet_earthquake
- https://edoc.ub.uni-muenchen.de/31101/1/Grimm_Christian.pdf
- https://doi.org/10.1038/ngeo2653

TÜBİTAK Deprem Dayanışmasında



İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Ülkemiz tarihinin en büyük deprem afetlerinden birini yaşıyor. Art arda meydana gelen ve jeofiziksel açıdan ender yaşandığı kabul edilen "ikili deprem" özelliğindeki iki deprem, 11 ilimizi derinden etkiledi. Depremin hemen ardından, devletimiz ve milletimiz el ele vererek depremzedelerin hayatını kurtarmak ve mağduriyetlerini gidermek üzere harekete geçti. İlk saatlerden itibaren herkes cansiperane bir çaba içerisinde seferber oldu. İnsanların umudunu kaybetmeden, karamsarlığa kapılmadan, omuz omuza, sırt sırta vererek gerçekleştirdiği eşine az rastlanır bu büyük dayanışmada TÜBİTAK olarak biz de elimizi taşın altına koymaya çalışıyor, hem sahadaki destek çalışmalarımızla hem de bilimsel ve teknolojik çözümler üretmeye yönelik çabalarımızla aktif rol alıyoruz.

Deprem sonrası yaraların sarılmasına bir nebze olsun katkıda bulunabilmek amacıyla çalışanlarımızın hazırladığı acil ihtiyaç malzemeleri paketleriyle yüklenen tırlar depremden sonraki birkaç gün içinde bölgeye gönderilmeye başlandı.

TÜBİTAK personeli, çoğunluğu deneyimlilerden oluşan 137 kişilik gönüllü ekibi ile afet sahasına giderek AFAD koordinasyonunda gerek arama kurtarma çalışmalarına, gerekse genel koordinasyon ve yardım dağıtımı çalışmalarına destek verdi.

Depremden etkilenen vatandaşlara, özellikle çocuklara ve gençlere TÜBİTAK popüler bilim dergileri ulaştırılarak depremzedelerin boş zamanlarında bir nebze olsun hoş vakit geçirmelerine katkıda bulunulmaya çalışıldı.

Bilimsel Destek

Depremin hemen sonrasında açılan TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması başlıklı araştırma destek çağrısı kapsamındaki başvurular değerlendirildi ve 100'den fazla araştırma projesi hemen başlatıldı.

TÜBİTAK MAM İDSBY Yer Bilimleri Araştırma Grubu, 6 Şubat depremlerinin hemen sonrasında Deprem Sonrası Acil Gözlem Araştırmaları (DEPAR-II) kapsamında iki araç ve altı kişilik ekip ile saha çalışmalarına başladı.


Sergio Lacueva / iStock

TÜBİTAK ekibi, bölgeye istasyon kurulumu için ilk intikal eden sismoloji ekibi olarak 7 ve 8 Şubat'ta Elbistan, Maraş ve Hatay'da istasyon kurulumlarını tamamladı. İlgili TÜBİTAK araştırmacıları, deprem bölgesinde işler hâlde bulunan 13 yakın alan deprem gözlem istasyonu ile depremleri 7/24 takip ediyor.

Teknolojik Destek

Sosyal medyada görüntüleri paylaşılan refakatsiz bebek vakalarına çözüm oluşturabilmek amacıyla, refakatçisi olmayan bebek ve çocukların ailelerinin bulunabilmesi için "görüntü eşleştirme" özelliğine sahip DerinGörü sistemi, TÜBİTAK tarafından Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığının kullanımına sunuldu. TÜBİTAK hâlen Aile ve Sosyal Politikalar Bakanlığı ile birlikte sosyal medyadan daha fazla veri toplayıp daha çok refakatsiz çocuğun ailesine ulaşmaya çalışıyor.

TÜBİTAK dezenformasyonla mücadele kapsamında Twitter analizi uygulamasını devreye sokarak AFAD, AKUT ve Kızılay gibi kuruluşların adını kullanarak bağış toplayan şüpheli hesap ve "tweet"leri yapay zekâ yardımıyla tespit edip Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna raporlamaya başladı.

TÜBİTAK BİLGEM çalışanlarından gönüllü bir ekip, uzun saatler çalışarak açık kaynaklı yüksek çözünürlüklü uydu verisi ile yıkılan binaların tespiti, analizi ve coğrafi etiketlenmesini sağlayan teknolojiyi depremin 5. gününde AFAD'ın kullanımına sundu.



Bu sayede hasarlı ve yıkılmış binalar için yapılmakta olan koordinasyon çalışmalarının çok daha etkili ve hızlı olmasına katkı sağlandı.

Ayrıca enkaz dinleme yazılımı da çok sayıda TÜBİTAK araştırmacısının yoğun çalışması sonucu tamamlandı ve yine depremin 5. gününde kullanıma sunuldu. İnsan sesine duyarlı bu sistem, enkaz altındaki daha çok insana ulaşılmasını mümkün kıldı.

Araştırma Destek ve Burs Programları Kapsamındaki Çalışmalar

TÜBİTAK Araştırma Destek Programları Başkanlığı (ARDEB), Bilim İnsanı Destekleme Programları Başkanlığı (BİDEB), Bilim ve Toplum Başkanlığı (BİTO) ve Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı



(TEYDEB) bünyesinde desteklenen bursiyerler, proje yürütücüsü ve araştırmacılarla iletişime geçilip ihtiyaçları doğrultusunda çözümler geliştirilmeye çalışıldı.

On ilde afetten doğrudan etkilenen lisans ve lisans üstü öğrencileri ile doktora sonrası araştırmacıların TÜBİTAK Merkez ve Enstitülerinde yürütülen veya TÜBİTAK tarafından desteklenen araştırma projelerinde yer almalarını sağlamak amacıyla BİÇABA-Birlikte Çalışıp Birlikte Başaracağız Programı çağrıya açıldı. ■

50 Bin Yıl Sonraki İlk Buluşma

Özlem Kılıç Ekici

C/2022 E3 (ZTF) Kuyruklu Yıldızı, 1 Şubat 2023 tarihinde Dünya’nın yaklaşık 42.470.000 km uzağından geçti. Bu uzaklık, Dünya ve Ay arasındaki mesafenin yaklaşık 110 katı.

Giulio Ercolani / Alamy

Güneş etrafındaki yörüngesini yaklaşık 50.000 yılda tamamlayan bu kuyruklu yıldız, Mart 2022’de Jüpiter'in yanından geçerken Zwicky Geçici Tesisi kapsamında yürütülen bir astronomik araştırma sırasında ilk kez tespit edilmiş ve C/2022 E3 (ZTF) olarak adlandırılmıştı. Zwicky Geçici Tesisi, ABD’nin California eyaletindeki Palomar Gözlemevinde bulunan Samuel Oschin Teleskobu'na bağlı yeni bir kamera kullanılarak yapılan geniş alanlı bir gökyüzü astronomik araştırması olup 2018’den beri hizmet veriyor.

C/2022 E3 (ZTF), Güneş sistemimizin buzlu alanlarında seyahat ettikten sonra 12 Ocak'ta Güneş'e en yakın noktasından ve 1 Şubat'ta da Dünya'ya en yakın noktasından geçti. Buz ve kozmik tozdan oluşan ve yeşilimsi bir aura yayan bu kuyruklu yıldızın yaklaşık bir kilometre çapında olduğu belirtiliyor.

Bu kuyruklu yıldızı yakından izleyenler arasında James Webb Uzay Teleskobu da vardı. Ancak Webb görüntü almak yerine kuyruklu yıldızın bileşenlerini inceledi. Kuyruklu yıldızın Güneş sistemine bir sonraki ziyareti yine 50.000 yıl sonra gerçekleşecek. ■

Karakulak Ailesi Fotokapana Yakalandı!

Özlem Kılıç Ekici

Muğla’da bir anne karakulak ve iki yavrusu karakulak popülasyonlarının korunması projesi kapsamında ormana yerleştirilen fotokapan ile görüntülendi. Görüntüler, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Meslek Yüksekokulu Çevre Koruma Teknolojileri Bölümünde yaban hayatı uzmanı olarak çalışmalarını sürdüren Dr. Yasin İlemin tarafından elde edildi.

Bir tür yabani kedi olan karakulaklar (*Caracal caracal*) Türkiye’nin



Art Wolfe / SPL

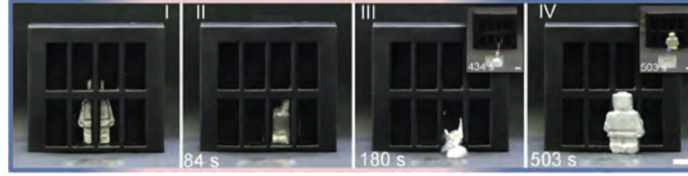
güneybatısında, özellikle Muğla-Antalya sınırlarında yaşıyor. Kızıl-kahverengiden koyu griye kadar değişebilen kürkleri, uzun sivri kulakları ve kulaklarının ucundaki siyah püskülleriyle kolaylıkla tanınabiliyorlar. Step vaşağı ya da çöl vaşağı olarak da bilinen karakulakların popülasyonu orman yangınları, kaçak av ve doğal yaşam alanlarının yok olması gibi sebeplerden dolayı tehdit altında. Ülkemizde yapılan çalışmalarda bu türün zamansal ve mekânsal dağılımının anlaşılması, farklı karakulak türleri arasındaki genetik çeşitliliğin araştırılması, Türkiye'deki popülasyonunun korunması ve popülasyonun azaldığı bölgelere yeni karakulak bireylerinin taşınması amaçlanıyor. ■



Şekil Değiştiren Robotlar

Özlem Kılıç Ekici

Matter dergisinde yayımlanan bir çalışmaya göre, minyatür makineler katı hâlden sıvıya sonrasında ise tekrar sıvı hâlden katıya dönüşebiliyor. Bir manyetik alanla uzaktan kontrol edilebilen bu faz kaydırma özelliği, metal galyum sayesinde gerçekleşiyor. Araştırmacılar, metalin hareketlerini mıknatıslarla yönlendirmek için metale manyetik parçacıklar ekledi. Bu yeni malzeme, uzaktan yönlendirilebilen yumuşak ve esnek robotların geliştirilmesine yardımcı oldu.



(Q. Wang ve ark. Magnetoactive liquid-solid phase transitional matter. Matter, 2023. doi: 10.1016/j.matt.2022.12.003)

Uzmanlar yıllardır manyetik olarak kontrol edilebilen yumuşak robotlar geliştiriyorlardı. Bu robotlar için mevcut malzemelerin çoğu, çok dar alanlardan geçemeyen esnek ama katı malzemelerden veya ağır nesneleri taşıyamayan manyetik sıvılardan oluşuyordu. Yeni çalışmada ise oda sıcaklığının biraz üzerinde (yaklaşık 30 °C'ta) eriyen bir metal olan galyum kullanıldı. Araştırmacılar, metal yapıya ısıtıcı bağlamak yerine, onu sıvılaştırmak için hızla değişen bir manyetik alana maruz bıraktılar. Alternatif manyetik alan, galyumun kendi içinde elektrik üreterek ısınmasına ve erimesine neden oldu. Malzeme, oda sıcaklığında soğumaya bırakıldığında ise yeniden katılaştı. Manyetik parçacıklar galyumun her tarafına dağıtıldığından, kalıcı bir mıknatıs galyumu rahatça hareket ettirebilir. Katı hâlde bulunan malzeme, bir mıknatıs yardımıyla saniyede yaklaşık 1,5 metre hızla hareket ettirilebilir. Yükseltilmiş galyum, ağırlığının yaklaşık 10.000 katını da taşıyabilir.

Araştırmacılar, değişken ve kalıcı mıknatısların yardımıyla galyum parçalarını şekil değiştiren cihazlara dönüştürdüler. Örneğin, bir oyuncak figür sıvılaşarak, parmaklıkların arasından süzülüyor ve parmaklıkların hemen dışına yerleştirilmiş bir kalıpla yeniden katılaşarak kapalı bir kafesten çıkabiliyor. Yahut biyomedikal bir cihaz, model bir insan midesindeki yabancı bir cismi, eriyerek ve o cismin etrafını sararak organdan dışarıya çıkarıyor. Yalnız bu noktada, geliştirilen yeni malzemenin güvenli bir şekilde biyomedikal sektörde kullanılabilmesi için yapılması gereken ilave çalışmalar olduğu da vurgulanıyor. ■

Gök Adamızın En Uzak Yıldızları

Özlem Kılıç Ekici

Gök bilimciler, gök adamızın yıldız halesinde RR Lyrae yıldızları olarak bilinen 200'den fazla uzak değişen yıldız grubu keşfettiler. Bu yıldızların en uzak olanı,

Dünya'dan bir milyon ışık yılı uzaklıkta, yani yaklaşık 2,5 milyon ışık yılı uzaklıktaki komşu galaksimiz ışık yılı çapındaki ince diskten çok daha büyük. Güneş sistemimiz ince diskin sarmal kollarından birinde bulunuyor.



Galaksimizin iç ve dış haleleri ile ince diski. Hale, bir galaksiyi çevreleyen küresel bir yıldız bulutudur. NASA, ESA ve A. Feild (STScI)

Andromeda'ya olan mesafenin neredeyse yarısı kadar.

RR Lyrae yıldızlarının karakteristik titreşimleri ve parlaklığı galaktik mesafeleri ölçmek, galaksimizin yıldız halesinin sınırlarını incelemek ve galaksimizin boyut ve kütlesine ilişkin mevcut modelleri test etmek için gök bilimcilere çok güçlü bir araç sağlayabilir.

Galaksimizin yıldız hale bileşeni, yaklaşık 100.000 ışık yılı çapındaki ince diskten çok daha büyük.

Önceki modelleme çalışmalarında yıldız halesinin galaktik merkezden yaklaşık 300 kiloparsek veya 1 milyon ışık yılı uzağa uzanması gerektiği hesaplanmıştı. Gök bilimciler galaktik mesafeleri kiloparsek cinsinden ölçer; bir kiloparsek, 3.260 ışık yılına eşittir. Yeni yapılan çalışma neticesinde ise tespit edilen 208 RR Lyrae yıldızının uzaklığının yaklaşık 20 ila 320 kiloparsek arasında değiştiği belirtiliyor.

Bulgular, galaksimizin çok ötesindeki bir gök ada kümesini incelemek için Kanada-Fransa-Hawaii Teleskobu'nu (CFHT) kullanan bir program olan Yeni Nesil Virgo Kümesi Araştırması'ndan (NGVS) elde edilen verilere dayanıyor. Virgo Kümesi, dev eliptik gök ada M87'yi de içeren büyük bir gök ada kümesi. M87 ve çevresindeki galaksilerin derin alan görüntüleri elde edilirken, teleskop aynı alanda ön planda yer alan RR Lyrae yıldızlarını yakaladı.

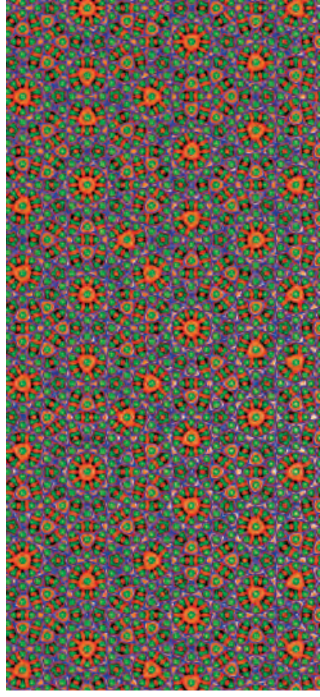
Galaksimizin bu en uzak yıldızlarının parlaklıklarının değişme şekli galaksinin kalp atışlarına benzetiliyor, parlaklık hızla yükseliyor, sonra yavaş yavaş düşüyor ve söz konusu döngü bu çok karakteristik hâliyle mükemmel bir şekilde tekrar ediyor. Ortalama parlaklıklar ölçüldüğünde ise, yıldızların parlaklığının birbirleriyle aynı olduğu görülüyor. Bu kombinasyon, galaksimizin yapısını incelemek için bilim insanlarına çok iyi bir fırsat sunuyor. ■

Yeni Bir Tür Kristalimsi Keşfedildi

Mahir E. Ocak

Princeton Üniversitesinden araştırmacılar yeni bir tür kristalimsi malzeme keşfetti. Dr. Luca Bindi ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmanın sonuçları *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*’da yayımlandı.

Sıradan kristalli katılarda hem ötelenme hem de dönme simetrisi bulunur. Malzemedeki tüm atomları belirli yönlerde belirli miktarda ötelediğinizde ya da simetri eksenleri etrafında belirli açılarla döndürdüğünüzde malzemenin görünümünde bir değişiklik olmaz. Kristalimsi katılarda ise dönme simetrisi vardır ancak ötelenme simetrisi yoktur. Kristalimsi malzemelerdeki atomlar belirli bir simetri ekseninin etrafında, dönme simetrisine sahip düzenli bir yapı oluşturur.


Eric Heller / SPL

Kristalimsi malzemelerin varlığı ilk olarak 1980'lerin başlarında Al_6Mn alaşımları üzerinde yapılan deneyler sırasında keşfedilmişti. Malzeme bilimci Dan Shechtman, elektron kırınımı deney sonuçlarını incelediğinde malzemenin onlu dönme simetrisine sahip olduğunu (bir simetri ekseni etrafında 360/10=36 derece döndürüldüğünde görünümünün değişmediğini) keşfetmişti.

Kristalimsi malzemeler laboratuvar ortamında çeşitli yöntemlerle üretilebilse de bu malzemelerin doğada kendiliğinden oluşması sık rastlanan bir durum değildir. Hatta uzun yıllar kristalimsi malzemelerin doğada kendiliğinden oluşmasının imkânsız olduğu düşünülmüştü. Doğal kristalimsi malzemelerin ilk örneği 2009 yılında Paul Steinhard ve arkadaşları tarafından keşfedilmişti. Kimyasal formülü $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ olan malzemenin kaynağı yeryüzüne düşmüş bir meteoritti. Steinhard ve arkadaşları yakın zamanlarda yeni bir tür doğal kristalimsi keşfetti. Kaynağı ABD'nin Nebraska eyaletindeki Sand Hills bölgesinde keşfedilen bir fulgurit olan kristalimsi malzeme, on ikili dönme simetrisine sahip ve kimyasal formülü $Mn_{72.3}Si_{15.6}Cr_{9.7}Al_{1.8}Ni_{0.6}$.

Fulguritler genellikle yere yıldırım düşmesi sonucu oluşan camsı malzemelerdir. Yeni keşfedilen kristalimsi malzeme sarkık bir elektrik hattının yakınında bulunmuş. Hatta malzemedeki alüminyumun kaynağının da elektrik hattı olduğu düşünülüyor. Tahminlere göre ya bir yıldırım düşmesi ya elektrik hattından toprağa ani bir elektrik boşalması ya da her ikisi birden bölgedeki kumun sıcaklığını 1.700 °C'ın üzerine çıkararak kristalimsi malzemenin oluşmasını sağlayan koşulları ortaya çıkardı. ■

Antarktika'da Dev Buz Dağı Oluştu

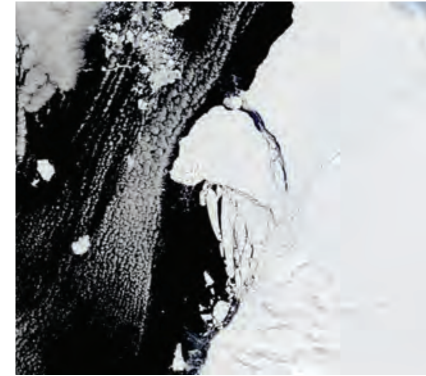
Tuba Sarıgül



Brunt Buzul Sahanlığı'nın, NASA'nın Landsat 8 uydusu tarafından 12 Ocak 2021'de çekilen fotoğrafı. NASA

Buzul sahanlığını, karadaki buzulların okyanusa doğru hareket etmesiyle oluşan, yüzen buz kütleleri olarak tanımlayabiliriz. Kopan buz dağları, buzul sahanlıklarının şeklinin değişmesine neden oluyor. 150 metre kalınlığıyla Antarktika'nın önemli buzul sahanlıklarından biri olan Brunt Buzul Sahanlığı'ndaki Chasm 1 ve Halloween Crack isimli iki büyük çatlak bilim insanları tarafından bir süredir takip ediliyordu (http://www.cpom.ucl.ac.uk/csopr/brunt/).

Chasm 1 çatlağı, Brunt Buzul Sahanlığı'nın batısında yer alıyordu. Chasm 1 çatlağı 35 yıllık bir durgunluk dönemi geçirdi. 2012 yılında uydu görüntüleri çatlağın tekrar ilerlemeye başladığını gösterdi. Bu tarihten sonra Chasm 1 çatlağı yılda 4 kilometre ilerledi ve Aralık 2022'de tüm Brunt Buzul Sahanlığı boyunca uzadı. Bu tarihten beri devasa bir buz dağının buzul sahanlığından her an ayrılabileceği bekleniyordu.



NASA'nın Terra uydusu tarafından 24 Ocak 2023'te çekilen fotoğrafta, Brunt Buzul Sahanlığı'ndan yeni ayrılan buz dağı fark edilebiliyor. NASA

Birleşik Krallık'ın Antarktika'da araştırmalar yürüten kutup araştırmaları enstitüsü British Antarctic Survey (BAS) tarafından, 22 Ocak'ta Brunt Buzul Sahanlığı'ndan 1.550 km² genişliğinde bir buz dağının ayrıldığı açıklandı. Buz dağı ABD Ulusal Buzul Merkezi tarafından A-81 Buz Dağı olarak isimlendirildi. Brunt Buzul Sahanlığı'ndan Şubat 2021'de de 1.270 km² genişliğinde bir buz dağı daha ayrılmıştı. ■

Gıda ve Temiz Enerji İçin Işık Hasadı

Özlem Ak

İnsanlar iklim değişikliği, kuraklık ve 8 milyarı aşan küresel nüfus artışının getirdiği zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olmak için aynı topraklarda hem gıda hem de temiz enerji elde etmeye çalışıyor. Bu çaba, mahsullerin güneş panellerinin gölgesinde, ideal olarak daha az suyla yetiştirildiği tarımsal güneş panellerini (agrovoltaik) de içeriyor. Davis, California Üniversitesinden bilim insanları, California gibi kurak tarımsal bölgelerde agrivoltaik sistemleri daha verimli hâle getirmek için güneşten ve onun optimal ışık spektrumundan nasıl daha iyi yararlanılabileceğini araştırıyor.

Earth's Future dergisinde yayımlanan çalışmalarda, ışık spektrumunun kırmızı bölgesinin bitki yetiştirmek için daha verimli olduğunu, mavi kısmının ise güneş enerjisi üretimi için daha iyi kullanıldığını bulundu. Çalışmanın sonuçlarının agrovoltaiklere duyulan küresel ilgiyi arttırması ve bu sistemler için potansiyel uygulamaların belirlenmesine yardımcı olacağı umut ediliyor. UC Davis Çevre Enstitüsü, Kara, Hava ve Su Kaynakları Bölümünden Majdi Abou Najm çalışmalarının her türlü teknolojik ilerleme için bir kapı araladığını düşünüyor.

Çalışma için bilim insanları farklı ışık spektrumlarını hesaba katan bir fotosentez ve terleme modeli geliştirdiler. Marul, fesleğen ve çilek gibi çeşitli bitkilerin kontrollü laboratuvar koşullarında farklı ışık spektrumlarına verdiği tepki incelendi. Bir duyarlılık analizi, spektrumun mavi bölgesinin güneş enerjisi elde etmek için en iyi şekilde filtrelendiğini, kırmızı spektrumun ise bitki yetiştirmek için optimize edilebileceğini gösterdi. Bu çalışma, geçtiğimiz yaz UC Davis Biyoloji ve Ziraat Mühendisliği Bölümünden Andre Daccache ile iş birliği içinde UC Davis tarımsal araştırma alanlarında yetiştirilen domatesler üzerinde test edildi. Çalışmayı yürüten bilim insanlarına göre, yaşanabilir arazilerin azaldığı bir çağda, bitkilerin farklı ışık spektrumlarına nasıl tepki verdiğini anlamak, sürdürülebilir arazi yönetimini su kullanımı ve gıda üretimi ile dengeleyen sistemler tasarlamaya yönelik önemli bir adım. ■



Güneş panelleri, 2022 yılında UC Davis'teki bir araştırma alanında yetişen domateslerin üzerine kırmızı ışık yayıyor. Çalışma, UC Davis'in agrivoltaik sistemlerdeki bitkilerin en iyi kırmızı ışık spektrumuna yanıt verdiğini, mavi ışığın ise enerji elde etmek için daha iyi kullanıldığını gösteren bir araştırmanın bulgularını test ediyor. (Andre Daccache/UC Davis)

Yapay Zekâyla Bakterileri Öldürebilecek Proteinler Tasarlandı

İlay Çelik Sezer

ABD'nin California eyaletinde bulunan bir biyoteknoloji firmasının geliştirdiği yapay zekâ yazılımı, antimikrobiyal özellik gösterebilecek proteinler tasarladı. Yazılımın tasarladığı proteinler laboratuvar ortamında üretilip test edildiğinde ise gerçekten mikrobiyal özelliğe sahip oldukları görüldü.

Proteinler, amino asit adlı yapı taşlarının birbirine eklenerek oluşturdukları zincir biçimindeki yapıların her bir proteine özgü bir şekilde katlanıp kıvrılarak üç boyutlu bir yapı kazanmasıyla oluşuyor. Toplam 20 çeşit aminoasitten, her bir proteine özgü olan ve DNA'daki ilgili genin koduyla belirlenen dizilime göre zincir yapısı (birincil yapı) oluşturuluyor. Proteinin nihai üç boyutlu yapısını (dördüncül yapı) belirleyen de bu dizilim oluyor. Proteinler işlevlerini ancak bu nihai üç boyutlu yapılarına doğru şekilde büründüklerinde gösterebiliyor.

ProGen adlı yapay zekâ, metin oluşturan yapay zekâlara benzer şekilde çalışıyor. ProGen önce 280 milyon mevcut proteinin aminoasitlerden nasıl oluştuğunu öğrenerek yeni proteinleri nasıl oluşturabileceğini öğrendi. Metin oluşturan yapay zekâ programlarına bir tema verilmesine benzer şekilde, ProGen'e de odaklanması için benzer özellikli bir grup proteinin bilgisi verilebiliyor. Bahsi geçen çalışmada araştırmacılar bunun için antimikrobiyal etkinliğe sahip bir grup protein seçti.

Araştırmacılar aminoasitlerden anlamsız diziler oluşturmaması için yapay zekânın işleyiş sürecine kontrol noktaları da dâhil etti. Araştırmacılar yapay zekânın tasarladığı milyonlarca molekülden küçük bir örneklem grubunu laboratuvar ortamında gerçek hücreler üzerinde sınadı. Fiziksel olarak üretilen 100 molekülden 66'sı, yumurta akı ve tükürük üzerinde yapılan deneylerde, bakterileri öldüren doğal proteinlerinkine benzer kimyasal tepkimelere girdi. Bu da bu yeni proteinlerin bakterileri öldürme yeteneğine de sahip olabileceğini düşündürdü. Çalışmada benimsenen yaklaşımın nihai olarak yeni ilaçların geliştirilmesinde de kullanılabileceği düşünülüyor. ■

Süpernova Patlamalarını Sınıflandıran Yapay Zekâ Uygulaması

Mahir E. Ocak

California Teknoloji Enstitüsünden bir grup gök bilimci süpernova patlamalarını sınıflandıran bir yapay zekâ uygulaması geliştirdi. Uygulama Nisan 2021'den günümüze kadar 1.000'in üzerinde süpernovayı doğru bir biçimde sınıflandırdı.

Süpernova patlamaları gibi kısa süre içinde olup biten gök olayları "geçici" olarak nitelendirilir. Bu geçici gök olaylarını inceleyebilmek için gök bilimcilerin zamanla yarışması gerekir.

Geçici gök olaylarını tespit etmek amacıyla kurulmuş, California Teknoloji Enstitüsüne ait Palomar gözlemevinde yer alan Zwicky Geçici Tesisi (ZTF), her gece dünya genelindeki gök bilimcilere yüzlerce haber gönderiyor. Böylece gök bilimcilerin meydana gelen geçici


Richard Kail / SPL

gök olaylarını en kısa süre içinde incelemeye başlamasına imkân sunuyor.
ZTF'de toplanan yüksek miktardaki verinin sadece insan çabasıyla taranması kolay bir iş değil. ZTF'den gök bilimciler bu çalışmaları hızlandırmak için bir yapay zekâ uygulaması geliştirmişler. SNIascore adı verilen uygulama, toplanan verileri inceleyerek süpernova patlamalarını ayırt edebiliyor. Gözlem zamanı ile uygulamanın verilerde bir süpernova patlamasını sınıflandırması arasında geçen süre yaklaşık 10 dakika oluyor. Geçmişte insan çabasıyla yapılan çalışmalar sırasında toplanan verilerden bir süpernova patlamasının tespit edilmesi ve gök bilimcilere duyurulmasıysa bazen birkaç gün sürüyordu.

Geliştirilen uygulamanın Nisan 2021'den günümüze kadar 1.000'in üzerinde süpernova patlamasını hiç hata yapmadan sınıflandırdığı belirtiliyor.

Geliştirilen uygulama şimdilik sadece Tip Ia türü süpernova patlamalarını sınıflandırabiliyor. Araştırmacılar gelecekte başka tür süpernova patlamalarını ve diğer geçici gök olaylarını da ayırt edebilen uygulamalar geliştirmeyi planlıyor. ■

Evrensel Grip Aşısı 20 Suşa Karşı Koruma Sağlayabilir

Özlem Ak

Grip aşıları, her yıl dolaşımda olacağı tahmin edilen belirli suşlara karşı bağışıklık sağlamak üzere hazırlanıyor. Ancak araştırmacıların bazen tahminlerinde yanılmaları söz konusu olabiliyor, bu da aşının o yıl daha az etkili olacağı anlamına geliyor. Bazı araştırmacılar yıllık grip aşılarının yerini tüm grip türlerine karşı etkili olan evrensel bir grip aşısının alabileceğini düşünüyor. Bilim insanları çeşitli grip türlerinde ortak olan protein parçalarını içeren aşılar yaparak bunu başarmaya çalıştılar ancak henüz hiçbir "evrensel aşı" daha geniş kullanım için onay almadı.
Şimdi, Pennsylvania Üniversitesinden Scott Hensley ve meslektaşları, Pfizer/BioNTech ve Moderna COVID-19 aşılarının öncülük ettiği yaklaşımın aynısı olan mRNA moleküllerine dayalı bir aşı geliştirdi. Aşı, her yıl mevsimsel salgınlara neden olan influenza A ve B'nin bilinen 20 suşunun tümünde bulunan protein parçalarını kodlayan mRNA moleküllerini içeriyor. Araştırmacılar böyle bir aşıyı geliştirirken, geniş bir koruma sağlamak için bilinen tüm influenza alt tiplerinden immünojenler (bağışıklık tepkilerini uyaran bir antijen türü) kullanarak aşı yapmak fikrinden yola çıktıklarını belirtiyor. Aşının enfeksiyonları önleyebilecek bir bağışıklık sağlaması beklenmiyor, bunun yerine aşının hızlı bir şekilde geri çağrılabilen ve yeni pandemik viral suşlara adapte olabilen bir hafıza bağışıklık tepkisi oluşturması ve enfeksiyonlardan kaynaklanan ciddi hastalıkları ve ölümleri önemli ölçüde azaltması bekleniyor.


Vladans / iStock

Virüs suşlarının yüzeylerinde, bağışıklık tepkilerinin hedefi olan hemaglutinin (H) ve nöraminidaz (N) olmak üzere iki proteinin farklı versiyonları bulunur. Ancak H1N1 gibi tek bir suş içinde bile bu proteinlerde küçük farklılıklar olabilir, dolayısıyla evrensel aşıdaki versiyon her olası varyantla tam olarak eşleşemiyordu. Yeni geliştirilen aşının farelerde yapılan testlerinde, hayvanların 20 tür grip virüsünün tamamına özgü

antikorlar ürettiği ve bu antikorların dört aya kadar sabit bir seviyede kaldığı tespit edildi. Araştırmacılar, farelerdeki antikor yanıtının, daha önce grip virüsüne maruz kalmış olsun ya da olmasın, güçlü ve geniş olduğunu gözlemledi. Araştırma şu anda insan klinik deneylerinin tasarlanması aşamasında. Bu denemelerin başarılı olması hâlinde, aşının küçük çocuklar ve yaşlılar da dâhil olmak üzere her yaş grubundan insanda tüm grip alt tiplerine karşı uzun süreli bağışıklık hafızası oluşturmak için yararlı olabileceği umuluyor. ■

Canlı Güneş Gözeleri

Mahir E. Ocak

Hücrelerde gerçekleşen çeşitli biyokimyasal süreçlerde elektronlar bir yerden başka bir yere aktarılır. Bu elektron hareketlerinden elektrik akımı elde etmek mümkündür. Geçmişte bakterilerle elektrik üretimi üzerine başarılı çalışmalar yapılmıştı. Ancak sistemin çalışmaya devam edebilmesi için bakterilerin sürekli beslenmesi gerekiyordu.



https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsami.2c15123

İsrail Teknoloji Enstitüsünden bir grup araştırmacı kendi besinini kendi üreten yeşil bir bitkinin yapraklarını kullanarak elektrik üretmeyi başardı. Fotosentez sırasında güneş ışığından alınan enerji, elektrik akımı ortaya çıkarır. Bu elektrik akımı da besin ve oksijen üretimiyle sonuçlanan biyokimyasal süreçlere enerji sağlar. Yeni geliştirilen canlı güneş gözelerinde de fotosentez sırasında ortaya çıkan elektrik akımı hücre dışındaki devrelere aktarılıyor.

Araştırmacılar deneyler sırasında bilimsel adı *Corpuscularia lehmannii* olan yeşil bir bitkinin yapraklarını kullanmışlar. Haricî bir devreye bağlandıklarında, elektrotların yerleştirildiği yaprakların her bir santimetrekaresi 20 µA (mikroamper) akım üretiyor. Bu değer geleneksel alkali bataryalardan elde edilen akıma kıyasla düşük olsa da canlı güneş gözelerini birbirine seri bağlayarak elde edilen akımı artırmak mümkün.

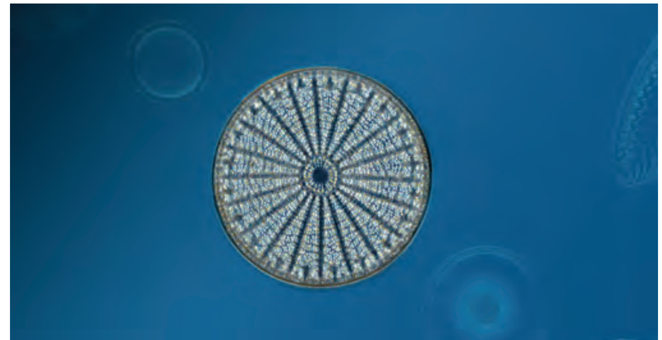
Geliştirilen sistemin önemli özelliklerinden biri de elektrik üretimi sırasında hidrojen iyonlarının katotta bir araya gelerek hidrojen molekülleri oluşturması. Ortaya çıkan bu hidrojen gazı da toplanarak kullanılabiliyor. ■

Diyatomların Işığı Toplamadaki Sıra Dışı Yeteneği

Mahir E. Ocak

Diyatomlar, tek hücreli bir alg türüdür. Bu canlılar etraftaki ışık miktarının çok az olduğu derin sularda bile fotosentez yapmayı başarır. Son bilimsel çalışmalar, diyatomların bu yeteneklerini kabuklarına borçlu olduğunu gösteriyor. Diyatomların onlarca nanometre kalınlığındaki kabuklarında çok sayıda gözenek bulunur. Bu gözenekler büyüklüklerine ve yapılarına bağlı olarak ışıkla farklı biçimlerde etkileşir.

Bir grup araştırmacı yakın zamanlarda diyatomların kabuklarını detaylı olarak inceledi. Yapılan çalışmalar sırasında ilk olarak yüksek çözünürlüklü mikroskobi teknikleri kullanılarak kabuklardaki gözeneklerin yapısı detaylı olarak görüntülendi. Daha sonra bu görüntülerden yararlanılarak kabukların çeşitli bölgelerinin ışıkla nasıl etkileştiği bilgisayar benzetimleri


Hakan Kvarnstorm / SPL

yoluyla incelendi. *Optical Materials Express*'te yayımlanan sonuçlar, diyatomların kabuklarının özellikle fotosentezde kullanılan dalga boylarındaki ışıkla etkileştiğini gösteriyor. Bu durum, kabukların güneş ışığını toplamak için özelleştiğini doğruluyor. Sonuçlar, ayrıca, kabukların topladığı ışığı tüm hücreye dağıttığını, böylece hücrenin herhangi bir yerinde bu ışık enerjisinin fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye dönüştürülebildiğini gösteriyor. Elde edilen sonuçların özellikle güneş gözeleri ile ilgili teknolojilerde yararlı olması bekleniyor. ■

Verimli Biyoçözünür Plastik Üretim Sistemi Geliştirildi

Mahir E. Ocak

Günümüzde petrol türevi ham maddelerden üretilen plastikler doğada kolayca bozulmuyor. Doğada biriken atık plastikler, çevre ve sağlık sorunlarına sebep oluyor. Bu sorunlara çare bulmaya çalışan bir grup araştırmacı, yeni bir biyoçözünür plastik üretim sistemi geliştirdi.

Biyoçözünür plastikler canlılar tarafından bileşenlerine ayrıştırılabilen plastiklerdir. Yeni geliştirilen sistemde biyoçözünür plastik elde etmek için iki aşamalı bir üretim süreci takip ediliyor. İlk aşamada karbondioksitten elektrokataliz olarak adlandırılan bir kimyasal süreçle etanol, propanol ve asetat üretiliyor. İkinci aşamada bakteriler, biyolojik süreçlerle bu kimyasal maddeleri kullanarak plastik üretiyor. Ortaya çıkan ürünler, petrol türevi ham maddelerden üretilen plastiklere kıyasla, mikroorganizmalar tarafından bileşenlerine ayrıştırılması çok daha kolay plastikler oluyor.

Geliştirilen sistemde ham madde olarak karbondioksit kullanılmasının da çevre ve iklim açısından ayrı bir yararı var. Bu sistemden insan kaynaklı karbondioksit salımını azaltmak için de faydalanılabilir. Örneğin çeşitli endüstriyel süreçler sırasında ortaya çıkan karbondioksit, toplanarak biyoçözünür plastik üretiminde kullanılabilir. Böylece insanların küresel ısınmaya yaptığı etki bir miktar azaltılabilir.



Valentina Shilkina / iStock

Araştırmacılar bakterilerin genlerinde oynamalar yapılarak üretilen plastik türlerinin çeşitlendirilebileceğini söylüyor. ■

Karşınızda Yeni Bir Antimikrobiyal Direnç Türü

Özlem Ak

Avustralyalı araştırmacılar, dünyanın en büyük sağlık tehditlerinden birini izlemek ve bununla mücadele etmek için mevcut çabaları zorlayacak bir keşif yaptı. Geleneksel laboratuvar test yöntemleri kullanılarak tespit edilemeyen yeni bir antimikrobiyal direnç türünü ortaya çıkardılar. Antimikrobiyal direncin 2050 yılına kadar yılda 10 milyon can alması beklenirken, bilim insanları antibiyotiklerin azalan faydalarını anlamak ve bunun önüne geçmek için yarışıyor.

Batı Avustralya'nın Perth kentindeki Telethon Çocuk Enstitüsünde bulunan Wesfarmers Aşı ve Bulaşıcı Hastalıklar Merkezinde, Strep A Patogenezi ve Teşhis ekibinin lideri Dr. Timothy Barnett liderliğindeki bir ekip, bazı bakterilerin antibiyotiklerden


Manjurul / iStock

kaçmayı nasıl başardığına dair kritik bir ipucu yakaladı. *Nature Communications* dergisinde yayımlanan araştırmada, bakterilerin insan konakçılarından besin almalarında ve antibiyotik tedavisinden kaçmalarında rol oynayan yeni bir mekanizma ortaya çıkarıldı. Araştırmacılar bu keşfi, genellikle boğazda ve ciltte bulunan, potansiyel olarak ölümcül bir bakteri olan A grubu streptokokların antibiyotik duyarlılığını araştırırken yaptı.

Dr. Barnett bakterilerin çoğalmak için folik asit ürettiklerini ve sonuçta hastalığa neden olduklarını, bazı antibiyotiklerin de bakterilerin çoğalmasını durdurmak ve enfeksiyonu tedavi etmek için bu folik asit üretimini engelleyerek çalıştıklarını söylüyor.

Araştırmada A grubu streptokok deri enfeksiyonlarını tedavi etmek için yaygın olarak reçete edilen bir antibiyotik incelendi. Antibiyotik ile bakterinin folik asit üretimi engellendiğinde, bakterinin doğrudan insan konağından folik asit alma yeteneğini gösterdiği bir direnç mekanizması ilk kez keşfedildi. Bu durum antibiyotiği etkisiz hâle getirmekle kalmıyor, hastanın iyileşmesi gerekirken enfeksiyonun daha da kötüleşmesine neden oluyor. Patoloji laboratuvarlarında rutin olarak sağlanan koşullar altında tespit edilemeyen bu yeni direnç biçimi, hekimlerin enfeksiyonu etkili bir şekilde tedavi edecek antibiyotikleri reçete etmesini zorlaştırıyor. Dr. Barnett, ne yazık ki, bunun buz dağının sadece görünen kısmı olduğundan şüphelendiklerini, bu mekanizmayı A grubu streptokokta tespit ettiklerini ancak diğer bakteriyel patojenlerde daha büyük bir sorun olmasının da muhtemel olduğunu söylüyor. Bilim insanları antimikrobiyal direncin toplum için COVID-19'dan çok daha büyük risk taşıyan sessiz bir salgın olduğunu düşünüyor. Makalenin ilk yazarı Kalindu Rodrigo, şimdi bu antibiyotik direnç mekanizmasını tespit etmeye yönelik test yöntemleri geliştirmeye odaklanacaklarını belirtiyor.

Antibiyotik direncini hızla tespit edebilecek yeni tanı araçlarına sahip olmanın önemini vurgulayan Rodrigo, antibiyotik direncinin etkilerini azaltmaya yardımcı olmak için hastalar, sağlık çalışanları ve politika yapıcılar da dâhil olmak üzere toplumun her seviyesinde büyük çaba gösterilmesi gerektiğini düşünüyor. ■

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [btcizgiroman@tubitak.gov.tr

Salih Zeki

1875, İSTANBUL. DARÜŞŞAFAKA OKULU.

MEHMET BEY, BU SENE DE EMEKLİ OLMUYOR MUSUNUZ?

YANLIŞ ANLAMAYIN, SİZİN GİBİ BÜYÜK BİR ÂLİMİ YİTİRMEK İSTEMEM.

AMA RİYAZİYECİ MEHMET NADİR'İN YAPACAĞI ÇALIŞMALARI, YAZACAĞI BİLİMSEL MAKALELERİ MERAK EDENLER VAR. SİZİ BİLİMSEL ÇALIŞMALARDAN ALIKOYMAYALIM.

BAKIN ŞURADA SIRTI DÖNÜK BİR ÇOCUK VAR. ONUN İÇİN EMEKLİ OLMUYORUM.

SALİH. BENCE ÇOCUK BİR DÂHİ. ONA DERS VERMEYE DEVAM ETMEK İSTİYORUM. EMEKLİLİĞİ ONU MEZUN ETTİKTEN SONRA DÜŞÜNÜRÜM!

MEZUN OLDUN VE TELGRAF NEZARETİNDE GÖREVE BAŞLADIN, HAYDİ HAYIRLI OLSUN SALİH! EMEKLERİM BOŞA GİTMEDİ.

ARTIK GÖNÜL RAHATLIĞIYLA İNGİLTERE'YE GİDEBİLİRİM. BU ARADA TELGRAF NEZARETİ BİRKAÇ ÖĞRENCİYİ PARİS'E EĞİTİME YOLLAYACAK. ONA MUHAKKAK BAŞVUR!

PARİS'TE EĞİTİM Mİ? FİZİK Mİ, MATEMATİK Mİ? GERÇİ FARK ETMEZ! İKİSİNİ DE SEVİYORUM. TEŞEKKÜRLER HOCAM!

SALİH! PARDON, UNUTTUM.

YENİ İSMİN NEYDİ?

DİKKAT! EIFFEL KULESİ İNŞAAT ALANI.

ARKADAŞLAR LÜTFEN YAPMAYIN, ONUR DUYDUM AMA "ZEKİ" ADINI GERÇEKTEN HAK EDİYOR MUYUM?

YAPMA LÜTFEN SALİH ZEKİ! YENİ İSMİNİ SINIF ARKADAŞLARIN DEĞİL, ÖĞRETMENLERİN DE UYGUN BULDU. SINIFIN EN ZEKİSİ SENSİN, ADIN DA ARTIK BU!

BENİ UTANDIRIYORSUNUZ. AMA MADEM ISRARCISINIZ BU İSME LAYIK OLMAYA ÇALIŞACAĞIMIM.

ONDAN HİÇ ŞÜPHEMİZ YOK SALİH ZEKİ! SÖYLE BAKALIM MEMLEKETE DÖNÜNCE NE YAPACAKSIN?


SINIF ARKADAŞIMIN BU SORUSUNA HEMEN CEVAP VERMEMİŞTİM. TELGRAF NEZARETİNDE ÇALIŞMAYA DEVAM ETMEM GEREKİYORDU. FAKAT GECELERİ BÜYÜK MATEMATİKÇİLERİ ÇALIŞIYOR, ONLARIN ESERLERİNİ TÜRKÇEYE KAZANDIRIYORDUM.


SONRADAN ÜNLÜ BİR YAZAR OLACAK HALİDE EDİP İLE 1901'DE EVLENDİM. KEŞKE DÜĞÜNÜME GELEBİLSEYDİNİZ HOCAM. HALİDE İLE YAPTIĞIM ÇALIŞMALARI, BEN ÇOCUKKEN VERDİĞİNİZ DESTEK OLMASA YAPAMAZDIM.
HAZIRLADIĞIMIZ MATEMATİKSEL BİLİMLER SÖZLÜĞÜ ON İKİ CİLT OLSA YETER SANIRIM. SONRA AUGUSTE COMTE FELSEFESİNİ ANLATAN BİR KİTAP YAZARIZ.
TABİİ Kİ ÇALIŞIRIZ AMA BİRAZ SAKİN OLUP AĞIRDAN MI ALSAK ZEKİ?
DAHA DERGİLERE YAZACAĞIN MAKALELER, DÂRÜLFÜNUN İÇİN YAZMAN GEREKEN DERS KİTAPLARI VAR.


DÂRÜLFÜNUN KONFERANSLARINI OKUYUP BEĞENDİĞİNİZİ SÖYLEYİNCE NE KADAR SEVİNDİĞİMİ ANLATAMAM. ÖKLİT DIŞI GEOMETRİLER VE POINCARÉ'NİN ÇALIŞMALARINI YENİ ÖĞRENCİLERE ANLATMA AZMİNİ SİZDEN EDİNDİM SANIRIM. NİHAYET TEKLİFİMİ KABUL EDİP GELECEĞİNİZİ OKUYUNCA KALBİM UÇACAK GİBİ OLDU.
POINCARÉ YİNELENME TEOREMİNE BURADA ARA VERELİM.
ESKİ BİR DOSTUMU GÖRMEYE VE OKULUMUZA YENİ BİR HOCA KAZANDIRMAYA GİTMEM GEREKİYOR!
HOCAM!
SALİH... SALİH "ZEKİ"! HOŞ BULDUK OĞLUM!


DERSİNE GİRDİĞİM İLK GÜN BÜYÜK İŞLER YAPACAĞINI ANLAMIŞTIM AMA DÂRÜLFÜNUNA REKTÖR OLUP DA BENİ HOCA OLARAK İŞE ALACAĞIN AKLIMA GELMEZDİ!


YAZDIĞIN KİTAPLARI TAKİP ETTİM, DÂRÜLFUNUNDA REKTÖR OLARAK NELER YAPIYORSUN ONLARI ANLAT BİRAZ!
BİRÇOK ALMAN ÂLİMİ OKULA GETİRDİM. DERSTE İSE...
1864'TE İSTANBUL'DA DOĞAN SALİH ZEKİ BEY DÖRT YAŞINDA ANNESİNİ, ALTI YAŞINDA BABASINI KAYBETTİ. DARÜŞŞAFAKADAKİ EĞİTİMİNİN ARDINDAN HAYATININ MERKEZİNE BİLİMİ KOYDU. GERİDE SAYISIZ ESER BIRAKAN SALİH ZEKİ, İSLAM DÜNYASININ BİLİM TARİHİNİ KALEME ALDIĞI ÂSÂR-I BÂKIYE İLE BUGÜN TÜRK BİLİM TARİHÇİLİĞİNİN KURUCUSU SAYILIYOR.

SON

É



Prof. Dr. Mustafa Erdik:
"Bina Deprem Yönetmeliği'ne Uymak Şart!"

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

"Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uyulmadan projelendirilmiş, gerek projelendirme gerekse inşaat aşamasında yeterli denetim görmemiş binalar, doğal olarak, hedeflenen deprem performansını sağlayamıyor. Mevcut deprem yönetmeliği, muhtemel bir deprem sırası ve sonrasında binalardaki can güvenliğini sağlamayı hedefliyor ve yapıda meydana gelecek hasarın nitelik ve seviyesini bu hedef doğrultusunda sınırlıyor. Bu hedefin sağlanması için hem yapı projesinin düzenlenmesinin ve denetlenmesinin hem de bina inşaatının yapımının ve denetlenmesinin yetkin kişi veya kurumlarca yapılması gerekiyor."

Türkiye Deprem Vakfı Yönetim Kurulu Üyesi ve Boğaziçi Üniversitesi Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalında Emeritus Profesör olan Mustafa Erdik ile 2018 yılında yaptığımız söyleşide hocamızın vurguladığı sözler bunlar. Maalesef çok üzücü bir vesileyle yaptığımız son söyleşide de gene bu sözler ön plana çıktı. "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uymak şart".

Prof. Dr. Mustafa Erdik, 6 Şubat'ta meydana gelen ve yüzyılın afeti olarak adlandırılan son iki depremi, yanal atımlı bir fay hattının üretebileceği en büyük depremler olarak nitelendiriyor. Bu büyüklükteki bir depremin daha önce 1939 Erzincan'da, diğer bir benzerinin ise 1906'da San Francisco'da yaşandığını belirten hocamız; bunların bugüne kadar yanal atımlı fay hatlarında yaşanmış en büyük depremlerden olduğunu söylüyor.

Yaşanılan bu depreme neden olan fay üzerindeki veya fayın ilk kırıldığı segment üzerindeki en son deprem 1114'te olmuş. Dolayısıyla bu fayın yaklaşık 900 yıldır enerji topladığını belirten Prof. Dr. Erdik, buradaki atımın (kırılan yüzeyin iki tarafında kalan kayaçların birbirlerine göre ne kadar yer değiştirdiği) yıllık yaklaşık 5 mm olduğunu belirtiyor. Bunun da 900 yılda 4,5 metrelik atım anlamına geldiğini



Her iki depremin VII şiddeti kontur haritası.
Bu kontur içinde kalan bölgelerde orta, ağır hasar ve yıkıklar meydana gelmiştir (Erdik ve ark., 2023)

Deprem bilimciler depremin büyüklüğünü saptarken açığa çıkan enerjiyi ölçüyor. Prof. Dr. Mustafa Erdik çok büyük depremlerde enerji miktarının yakın mesafeden ölçülemediğini çünkü bu miktarın sismometrik cihazların ölçebileceği aralığın dışına çıktığını belirtiyor. Bunu açıklamak için bir de örnek veriyor: "Çok büyük bir tabloya çok yakından bakıldığında, resmin büyüklüğünü anlamak mümkün olmaz". Bu noktada uzaktan algılama gerekiyor. Bu nedenle depremden sonra örneğin Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'den ya da Japonya'dan ölçülen büyüklüğün Türkiye'de ölçülenden daha doğru olduğunu, benzer biçimde ABD'de büyük bir deprem olsa onun büyüklüğünün de Türkiye'den daha doğru tespit edileceğini vurguluyor.

Depremin şiddetiyle büyüklüğü arasındaki ilişkiye dair ise şu örneği veriyor: "Bir radyo istasyonu düşünün. İstasyondaki radyo vericisinin belli bir çıkış gücü vardır. Bu çıkış gücü depremin büyüklüğüne benzetilebilir. Bu güç nasıl değişmiyorsa depremin büyüklüğü de değişmez. Oysa radyodan yayılan sinyalin seviyesi bazı yerlerde zayıf, bazı yerlerdeyse yüksek olabilir. Bu durumda, radyo sinyali depremin şiddetine benzetilebilir. Radyo ile nerede bulunduğunuza bağlı olarak farklı düzeylerde sinyal alabilirsiniz, işte bu depremin şiddetidir; uzaklaşırsanız sinyal çok zayıflar, çukura girerseniz gene zayıflar, dağa çıkarsanız artar.". Depremin büyüklüğü arttıkça şiddetinin de arttığını belirten hocamız; şiddetin daha çok hasarla birlikte kullanıldığını, büyüklüğün ise depremin ortaya çıkardığı enerjiyle ilgili olduğunu hatırlatıyor.

ve yaşanan depremle bu atımın gerçekleştiğini vurguluyor. Birinci deprem nedeni ile Doğu Anadolu Fay hattı üzerinde yaklaşık 200 km uzunluğunda bir yırtılmanın meydana geldiği ve bu yırtılmanın da yaklaşık 100 saniye sürdüğünü söylüyor.



Hocamız bu depremin beklendiğini ama ne zaman olacağı konusunda bir fikirleri olmadığını belirtiyor. Ağır hasarlı bu tip büyük depremlere örnek olarak da 1906'da meydana gelen ve San Francisco'nun %80'inin yıkılmasına ve 3.000'e yakın can kaybına neden olan depremi gösteriyor. Japonya'daki depremlerin çoğunun ise denizde gerçekleştiğini belirtiyor. Japonya'daki karasal depremlerden bir tanesinin 1995'te yaşanan Kobe depremi olduğunu ve 6,9 büyüklüğünde gerçekleşerek 6.000 can kaybına yol açtığını belirtiyor. Bu depremde açığa çıkan enerjinin ülkemizde yaşanan son depremde ortaya çıkan enerjiden yaklaşık 25 kat daha düşük olduğunu da sözlerine ekliyor. Dünyanın her yerinde bu tür büyük depremlerde binaların hasar görmesinin normal karşılandığını ancak böylesi bir yıkım şeklinin ve neticesinde büyük can kayıplarının beklenmediğini belirtiyor.

Türkiye'de bu kadar fazla can kaybı olmasının nedeni ise "binaların beklenen şekilde hasar görmemesi". Peki, bu ne demek? Prof. Dr. Mustafa Erdik bu tür büyük depremlerde binaların hasar görmesinin beklendiğini, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde de bunun öngörüldüğünü söylüyor. Yönetmelik kapsamında, standart tasarım deprem yer hareketi olarak adlandırılan seyrek ancak büyük depremlerde binanın, can kaybına yol açmayacak seviyede, hasar görmesine izin verilmektedir. Çok büyük depremlerde ise binanın toptan göçmesi önlenmektedir. Hocamız orta hasar ya da kısmi yıkım gibi durumların beklenebileceğini, insanların yaralanma ihtimalinin bulunduğunu ama herkesin kısmi ya da orta hasarlı binaların içinden çıkarılabileceğine dikkat çekiyor. Maalesef bu son deprem de dâhil olmak üzere ülkemizde meydana gelen depremlerde hasar şekli çok yıkıcı. Bütün döşemelerin üst üste yapıştığını ve böyle bir hasarın içinden canlı çıkmanın da afet yardım ekiplerinin böyle bir hasardan depremzedeleri kurtarabilmelerinin de çok zor olduğunu söylüyor.

Bu büyük deprem ile ilgili akıllardaki diğer bir soru ise zemini farklı iki bölgede depremin etkilerinin neden farklı olduğu. Bu sorunun cevabı da Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uymamak. Deprem şartnamesine uyulmadan inşa edilen binaların temeli zayıf ise veya bina depremde taşıma gücü zayıflayan (sıvılaşma) zemine oturuyorsa, deprem hasarı genellikle binaların temel ekseni etrafında dönerek devrilmesi veya oturması şeklinde gerçekleşir. Bu tip bir hasarda bina kullanılamaz duruma gelse bile can kaybı çok az olur. Prof. Dr. Erdik zayıf zemin ya da



photka / iStock

byakkaya / iStock

kuvvetli zemin kriterinin ancak ve ancak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uyulduğunda anlam kazanacağını önemle vurguluyor.

Prof. Mustafa Erdik: "Bu tip büyük depremlerde merkez üssünün yapısal hasar açısından fazla bir anlamı yok! Burada yırtılan 200 km'lik fay ve o fayın her iki tarafında hasar var. Küçük depremlerde merkez üssünün mühendislik ve yapısal hasar açısından bir anlamı vardır. Burada merkez üssü yırtılmanın nerede başladığıdır. Yırtılmanın nerede başladığı bilimsel açıdan önemli olabilir ama binalarda yol açtığı hasar açısından bu bilginin fazla bir önemi bulunmuyor."

Yıllardır büyük tedirginlikle İstanbul'da beklenen büyük depreminin gerçekleşme ihtimalinin hâlâ yüksek olduğunu hatırlatan hocamız, yaşanan olayların bundan sonraki ilk depremin İstanbul'da gerçekleşeceği anlamına gelmediğini ve bu depremin de zamanını bilmediklerini belirtiyor. İstanbul'daki fay hattı İstanbul'un ortalama 20 km güneyinden geçiyor. Prof. Dr. Mustafa Erdik'e göre İstanbul'da gerçekleşmesi muhtemel depremin büyüklüğünün 7,2-7,4 arasında olması bekleniyor. Ancak İstanbul'daki çok yoğun ve sıkışık yerleşim, acil kurtarmanın çok daha zor olması endişesini de beraberinde getiriyor. Prof. Dr. Erdik zaten böyle bir deprem olmadan önce, hatta bir an önce, yetersiz deprem dayanımlı mevcut binaların can kaybını önleyecek şekilde güçlendirilmesi gerektiğini söylüyor ve ekliyor: "İstanbul'da bu depremin yaşanacağı son 23 yıldır biliniyor. Bu iş için ne kadar hızlı koşsak yeridir.".

Türkiye Tektonik Olarak Neden Bu Kadar Aktif?

Prof. Dr. Mustafa Erdik: "Türkiye'nin üzerinde bulunduğu ve diğer büyük plakalardan etkilenen Anadolu mikroplakası, her yıl batıya doğru 2,5 cm kadar ilerliyor. Tabii bu faylar üzerinde de belirli gerilimler yaratıyor. Zamanla da bu gerilimler boşalıyor. Dünyanın deprem açısından en aktif yeri Ege Bölgesi'dir. Büyük depremlerin görüldüğü yer açısından bakıldığında ise Pasifik kuşağı denilen Peru ve Japonya kıyılarıdır. Ama karasal depremlerin, özellikle de büyük karasal depremlerin meydana geldiği yer Alp-Himalaya Deprem Kuşağı denilen ve İtalya'dan Himalaya'ya kadar uzanan bölgedir. Türkiye de bu kuşağın üzerindedir. Türkiye'yi deprem ülkesi yapan nedenlerden biri de buradaki depremlerin karada meydana gelmesidir.



bodnarchuk / iStock

Deprem Riskini Azaltmak

Prof. Dr. Mustafa Erdik deprem riskinin azaltılması için tüm dünyada bilinen üç yol olduğu bilgisini veriyor. Bunlardan birincisi mevcut riski artırmamak. Yani bundan sonra yapılacak her bir inşaat ve yapının Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uygun yapılmasını sağlamak. İkincisi mevcut riski azaltmak. Bu da deprem dayanıklılığı düşük olan yapıları ve alt yapıları olması gereken deprem dayanımını sağlayacak şekilde güçlendirmek veya yıkıp yeniden yapmak. Üçüncü yol da deprem sigortası ile mali risklerin yurt dışı mali piyasalara transferini sağlamak. Bu üç maddenin de yerine getirilmesi gerektiğini vurgulayan Prof. Dr. Erdik, ülkemizde ilk maddenin 1999 yılındaki depremden sonra çıkan şartnamelere uyularak ve yapı denetim sistemi ile -her ne kadar istenilen ölçüde olmasa da- eskisinden daha iyi hayata geçirildiğini söylüyor. Ama üzerinde durulması gereken asıl madde mevcut risklerin azaltılması. Bu da ancak deprem performansı zayıf olan yapı ve alt yapıların tespit edilip güçlendirilmesiyle mümkün. Deprem sigortası ise deprem ile ilgili yapılan en iyi uygulamalardan. Prof. Dr. Mustafa Erdik'in deprem riskini azaltmanın üçüncü yoluna yani deprem sigortasına dair verdiği bilgiler ise şöyle: "Deprem riskini azaltmak için millî kaynaklar kullanmak yerine, bunu yabancı piyasalara transfer etmek. Bu da deprem sigortasıdır ve DASK ile yapılan da budur. DASK deprem sigortasının kendi varlığı yaklaşık 24 milyar liradır ama yurt dışı piyasalarından almış olduğu reinsürans (sigorta şirketlerinin taşıdığı poliçe risklerini başka bir sigorta şirketine sigortalatması yani kendilerini güvence altına almaları) yani bir deprem yaşandığı takdirde Türkiye'ye ödenecek miktar 76 milyar liradır. Bu da mali riskin yurt dışına transfer edildiği anlamına gelir. Bugün deprem bölgesinde sigortalılık oranı %50-60 civarındadır. Bu demektir ki depremde hasar gören

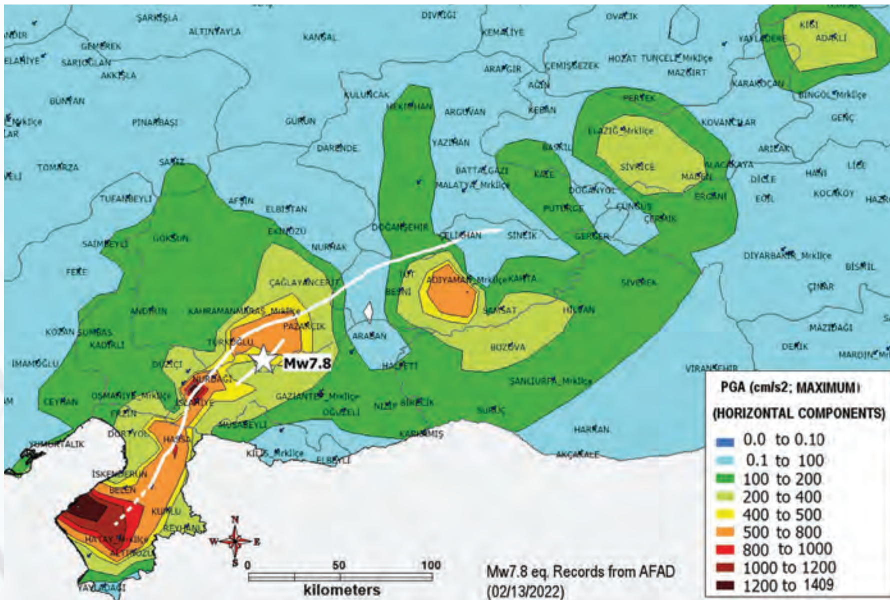
binaların veya evlerin ya da hanelerin %60'ına yakını deprem sonrasında belli bir miktar tazminat alacak. Yine de asıl önemli olan bizim can kaybını önlememiz. Fiziksel hasar maddi yollarla karşılanabilir ama can kaybı ile kültürel ve millî varlıklarımızın zarar görmesinin maalesef telafisi yok!".

Türkiye'deki Deprem Araştırmaları

Türkiye'de deprem araştırmaları diğer pek çok disipline göre hayli gelişmiş durumda. Prof. Dr. Mustafa Erdik İstanbul'daki depremle ilgili bilinenlerin dünyadaki pek çok yerle, örneğin İstanbul ile benzer deprem tehlikesi olan San Francisco ve Tokyo ile başa baş olduğunu belirtiyor. Ama asıl meselenin araştırma yapmanın ötesinde, yapılan araştırmaların ve çalışmaların uygulanması ve hayata geçirilmesi olduğunu söylüyor. En iyi araştırmayı yapıp bunun raflarda duran bir yayın olarak kalmasının anlamı olmadığını, araştırmaların hayata geçirilmesinin yolunun hem eğitimden hem de bu uygulamalar için talep oluşturmaktan geçtiğini vurguluyor.

Hocamız Türkiye'nin bilim ve teknoloji konusunda, özellikle depremle ilgili konularda dünyadaki hiçbir ülkeden eksiği olmadığının altını çiziyor ve bu noktada önemli olanın bilim ile teknolojiye ve daha iyiye talebi artırmak olduğunu vurguluyor. Bu talebin de devlet tarafından teşvik edilmesi gerektiğini söylüyor. Bu noktada "iyi"yi belirlemenin de çeşitli yolları olduğunu

Prof. Dr. Mustafa Erdik: "6 Şubat'ta gerçekleşen depremlerde açığa çıkan enerji 1939 Erzincan depremi ve 1906 San Francisco depremiyle hasar açısından benzer düzeyde ama enerjinin toplamı açısından değil. Enerjinin ne kadar sürede ve hangi hızla çıktığı önemli. Enerjinin zamana göre dağılımına güç diyoruz. Buradaki enerji 100 saniyede boşaldı. Bazı depremlerde 200, bazı depremlerde 50 saniyede boşalır. Güç, birim zaman başına enerji olduğu için, kısa sürede boşalan enerji aynı zamanda çok büyük hasar ve yıkım demektir. Ama bu enerji boşalması zamana yayılırsa daha az hasar olur. O bakımdan çıkan enerji deprem büyüklüğünü saptamak açısından önemli, deprem hasarı açısından ise enerjinin ne kadar sürede boşaldığı yani yırtılmanın süresi önemli.".



Deprem hareketinin en büyük yer ivmesi dağılımı haritası. Beyaz çizgi yırtılan fay haritasını göstermektedir. (Erdik ve ark., 2023)



mustafa881 / iStock

Türkiye'de gördüğümüz depremler neredeyse her iki ana fay hattında yaklaşık 17 milyon yıldır meydana geliyor. Bizim şu andaki sorunumuz yeni fay hattı oluşur mu ya da oluşacak fay hattı nereden geçer gibi konular değil, hâlihazırdaki fay hattından gelecek tehlikelere maruz binaları depremde can kaybına yol açmayacak şekilde güçlendirmek olmalıdır.

Prof. Dr. Mustafa Erdik: "Yatay en büyük yer hareketi ivmesi, binaya etkiyen deprem yatay itme kuvveti ile kısmen orantılıdır. Binanın kendi salınım periyodunun büyük olması durumunda en büyük ivme yerine en büyük hız daha çok etkili olur. Ancak standart olarak bir depremin hasar kapasitesini anlatırken en büyük ivme üzerinden gidilir. En büyük ivme yer çekimi ivmesi cinsinden ölçülür. Yer çekimi ivmesinin diyelim ki %10'u ve daha azının herhangi bir hasara yol açmaması gerekir. Bu depremde yerçekimi ivmesinin %60-70'i düzeyinde hatta daha da üzerinde olan en büyük ivme seviyeleri birçok konumda gözlendi."

belirten Prof. Dr. Mustafa Erdik, 4 yıllık mühendislik fakültesi mezunu bir kişinin bina projelerine imza atma yetkisine sahip olmaması gerektiği kanısında. Ona göre, belirli bir eğitim ve sınav sürecinden geçtikten sonra mühendislik mezunlarına "yetkin (profesyonel) mühendis" unvanı verilmesi gerekiyor. Hocamız hatta bununla da kalmayıp bu mühendislerin "yanlış uygulama sigortası" yaptırması gerektiğine de vurgu yapıyor. Yani mühendisin yaptığı bir uygulamada yanlışlık varsa buradan kaynaklanan zararlar sigorta şirketi tarafından telafi edilmeli. Bu durumda sigorta şirketi mühendisin o işi yapabilecek yetkinlikte olup olmadığına bakacaktır. Dolayısıyla yetkinliği olmayan birine iş verilmeyecektir. Prof. Dr. Mustafa Erdik bu yolla iyiye talebin arttırılacağını belirtiyor ve inşaat projelerinin profesyonel mühendisler tarafından yanlış uygulama sigortası kapsamında yürütülmesi gerektiğini önemle vurguluyor.

Söyleşimizin sonunda Prof. Dr. Mustafa Erdik, bu depremde meydana gelen toptan bina göçmeleri nedeni ile hukuki ve idari hesap verilebilirlik mekanizmalarının işletildiğini ancak bu noktada mali hesap verilebilirliğinin de büyük önem taşıdığını ve bunun yolunun da sigortadan geçtiğini belirtiyor. Türkiye'de deprem konusunda araştırma yapan ve yapacak çok nitelikli insanların olduğunu da vurgulayan hocamız bu kişilerin yönlendirilmesinin ve üniversitelerin ortak projeler yürütmeye teşvik edilmesinin önemine dikkat çekiyor.

Ve yine altını çiziyor: "Can kaybının telafisi yok, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne uymak şart!". ■

Kaynak

Erdik, M., M.B.D.Tümsa, A.Pınar, E.Altunel, A.C.Zülfikar (2023), A Preliminary Report On February 6, 2023 Earthquakes in Türkiye, Basım için sunulmuş makale, Temblor, USA.

Bering Geçidi
Ne Zaman Ortaya Çıktı?

Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Son Buzul Maksimumu olarak adlandırılan, Son Buzul Çağı sırasında sıcaklıkların en düşük seviyeye indiği, günümüzden 26.500-19.000 yıl önceki dönemde deniz seviyeleri bugün olduğundan yaklaşık 130 metre alçaktı. O dönemlerde bugün Bering Boğazı olarak adlandırılan bölgede Asya ve Amerika kıtalarını birbirine bağlayan bir kara köprüsü (Bering Geçidi) vardı. Geçit günümüzden yaklaşık 13.000-11.000 yıl önce artan sıcaklıklarla birlikte buzulların erimeye başlaması sonucu yeniden sularla kaplandı ve Asya ile Amerika arasındaki kara köprüsü ortadan kalktı.

Son Buzul Maksimumu sırasında Bering Geçidi'nin olduğu topraklarda atlar ve mamutlar gibi hayvanların yaşadığı biliniyor. Ayrıca Amerika'ya göç eden ilk insanların da Bering Geçidi'ni kullandığı düşünülüyor. Asya ve Amerika arasında kara köprüsünün olduğu dönemlerde Pasifik ve Kutup okyanusları bağlantısızdı. Bu dönemin öncesi ve sonrasında ise bölge sular altında kaldığı için iki okyanusun suları birbirine karışıyordu.

Princeton Üniversitesinden bir grup araştırmacı, Batı Kutup Okyanusu bölgesindeki deniz tabanlarından örnekler toplamış ve tortulardaki deniz canlısı kalıntılarındaki azot izotopları oranlarını tespit etmiş. Pasifik ve Kutup okyanuslarının azot içerikleri birbirinden farklıdır. Araştırmacılar da azot izotopları hakkında analizler yaparak iki okyanusun sularının hangi dönemlerde birbirine karıştığı hakkında tahminler yapmışlar. Dr. Jesse Farmer ve arkadaşlarının Proceedings of the National Academy of Sciences'ta yayımladıkları sonuçlar, günümüzden yaklaşık 35.700 yıl önce Pasifik ve Kutup okyanuslarının sularının birbirine karıştığını, ayrıca Son Buzul Maksimumu başlamadan 10.000 yıl önce Bering Geçidi'nin henüz ortaya çıkmadığını gösteriyor. Geçmişte Bering Geçidi'nin daha erken bir dönemde ortaya çıktığı düşünülüyordu. Ancak elde edilen bu son sonuçlar, buzul miktarının artıp deniz seviyelerinin düşmesinin görece hızlı bir biçimde gerçekleştiğini ve kara köprüsünün oluşmasının Son Buzul Maksimumu'nun başlamasına daha yakın bir döneme denk geldiğini ortaya koyuyor. ■

Kaynak

Farmer, J. S., ve ark., "The Bering Strait was flooded 10,000 years before the Last Glacial Maximum", Proceedings of The National Academy of Sciences (USA), Cilt 120, Makale No: e2206742119, 2022.

MIKKEL JUUL JENSEN / Science Photo Library

Depreme Dayanıklı Yapılara Yönelik Yeni Teknolojiler

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

gong hangxu / iStock

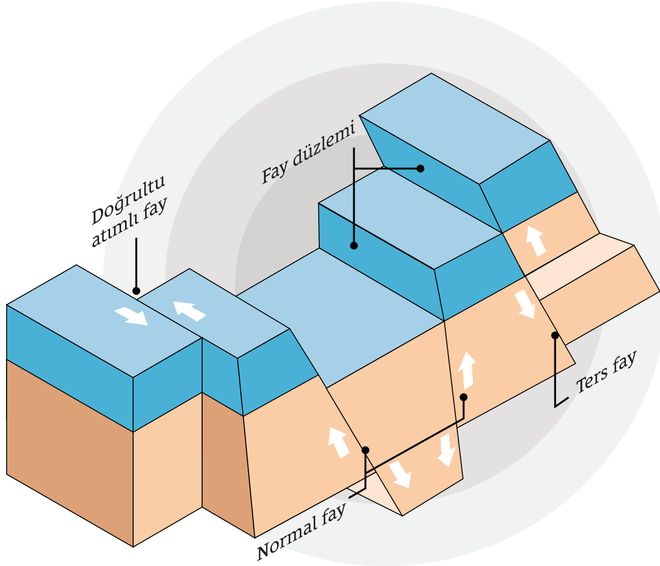
6 Şubat 2023 günü Güneydoğu Anadolu bölgemizde gerçekleşen çok şiddetli ve yıkıcı iki depremle milletçe sarsıldık. Neden olduğu can kayıpları ve yaralanmalarla tüm ülkemizi yasa boğan bu afet, coğrafyamızın doğasında var olan depremlerle birlikte yaşamayı bir şekilde öğrenmemiz ve depreme her an hazırlıklı olmamız gerektiği gerçeğinin bir başka hatırlatıcısı niteliğindeydi. Öngörülemeyen ve önlenemeyen doğal afetler olan depremleri en az can ve mal kaybıyla atlatabilmenin yolu öncelikle depreme dayanıklı yapılar inşa etmekten geçiyor. Günümüzde depreme dayanıklı binalar inşa etmek amacıyla geliştirilen son teknolojilerden bahsettiğimiz bu yazımıza başlarken toplam 11 ilimizde yıkıcı etkileri olan iki depremde ve önceki depremlerde hayatını kaybeden vatandaşlarımızı bir kez daha saygı ve rahmetle anıyoruz…

Japonya'nın başkenti Tokyo, dayanıklı yapı tekniklerinin ve teknolojilerinin etkin ve yaygın şekilde uygulanması sayesinde dünyada depreme karşı en dayanıklı şehirlerden biri olarak kabul ediliyor.

Depremlerin yıkıcılığı ile ilgili sıkça dile getirilen bir tespit, depremlerde can kaybına yol açan asıl unsurun depremin kendisinin değil, binaların olduğudur. Bu da depreme dayanıklı binalar inşa etmenin depreme karşı alınması gereken en önemli tedbirlerden biri olduğu anlamına geliyor. Bunun yolu ise öncelikle depremlerin doğasının doğru şekilde anlaşılmasından geçiyor. Depreme dayanıklılık sağlayan güncel teknolojilerden bahsetmeden önce gelin depremlerle ilgili bazı temel bilgileri gözden geçirelim.


AA

6 Şubat 2023 günü gerçekleşen ve 10 ilimizi etkileyen iki deprem çok sayıda can ve mal kaybına neden oldu.



Üç temel fay türü:
Bir kaya bloğunun diğerine göre aşağı düştüğü normal fay;
fay bloklarının yatay olarak birbirine sürtünerek geçtiği doğrultu atımlı fay ve bir fay bloğunun diğerine göre yukarı hareket ettiği ters fay.


Tahreer Photography / Getty Images

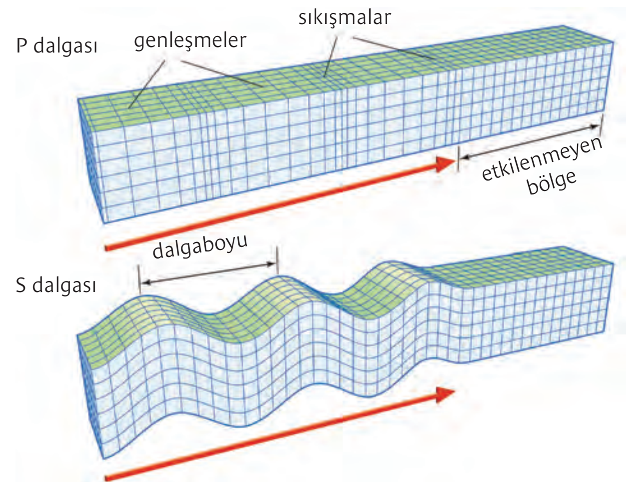
Depremler ve Kaynağı

Yer kabuğundaki bitişik iki blok birbirine göre aniden kayarak yer değiştirdiğinde oluşan yer sarsıntısına deprem denir. Blokların birbirine göre kaydığı yüzey ise fay ya da fay düzlemi olarak adlandırılır.

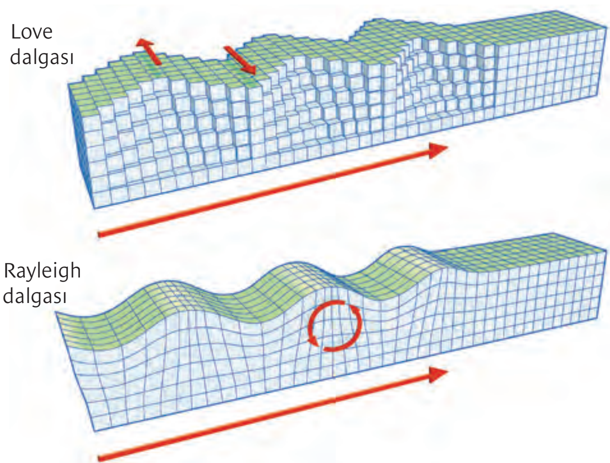
Yerkabuğu tektonik plakalar denilen birkaç parçadan oluşur. Okyanus altında yer alanlara okyanus plakaları, diğerlerine ise kara plakaları denir. Bu plakalar Dünya'nın yerkabuğunun altında yer alan manto adlı katmanındaki hareketlerin etkisiyle yavaş ama sürekli bir hareket hâlindedir. Ya birbirleriyle çarpışırlar, ya birbirlerinden uzaklaşırlar ya da birbirlerine sürtünerek geçerler. Plakaların bitiştiği sınırlar pek çok fay hattından oluşur ve dünyadaki depremlerin çoğu bu faylarda meydana gelir. Plakaların kenarları pürüzlü olduğu için plakaların geri kalanı hareketine devam ederken bitişme kenarlarında kilitlenmeler olur. Sonunda plaka yeterince hareket ettiğinde fayların birindeki kilitlenme çözülür ve bir deprem oluşur. Depremler genellikle iki plaka birbirini ittirdiğinde ya da birbirine sürtünerek geçtiğinde meydana gelir. Öte yandan depremler plakaların kenarlarından uzaklarda yer alabilen fay hatlarında da gerçekleşir.

Fayların kenarları kilitlenip de bloğun geri kalanı hareket hâlindeyken normalde blokların birbirinin yanından geçmesini sağlayacak olan enerji birikir. Sonunda hareket eden bloğun kuvveti fayların çentikli kenarlarındaki sürtünmeyi alt ettiği zaman faydaki kilitlenme çözülür ve biriken enerji boşalır. Boşalan enerji faydan her yöne, tıpkı bir su birikintisine taş atıldığında gördüğümüz dalgalar gibi, sismik dalgalar hâlinde yayılır. İşte bu sismik dalgalar yeryüzüne yayıldıkça sarsıntıya neden olur.

Bir deprem her biri hızıyla ve yönüyle karakterize edilen birkaç çeşit dalga üretir. Depremin yerin içindeki kaynağından yayılan dalgalarına bünye dalgaları denir. Bunların ilki olan P dalgaları karada 360 km/saatlik, suda ise bunun üçte biri hızla ilerleyen, yeryüzünü ilerlediği doğrultuda iten, çeken ve sıkıştıran hızlı dalgalardır. Depremler bir de P dalgalarının yarı hızında ilerleyen ancak çok daha yıkıcı olabilen S dalgaları üretir. S dalgaları yeryüzünü ilerleme doğrultularına dik olarak hareket ettirir. Ancak yerin üstünde asıl hasara neden olan dalgalar depremin enerjisi yeryüzüne ulaştığı zaman oluşan Rayleigh ve Love dalgalarıdır. Rayleigh dalgaları okyanus dalgaları gibi yuvarlanarak ilerler. Love dalgalarıysa yeryüzünü ilerleme doğrultularına dik doğrultuda sallar. Binaların hasar görmesine sebep olan dalgalar çoğunlukla bu ikisidir. Bu dalgaların farklı kayaç türleri içinde farklı hızlarda hareket ederek bazen yansıması ya da yön değiştirmesi durumu daha da kötüleştirir. Belirli kayaç bileşimine sahip yerlerde meydana gelen yansımalar dalgayı büyüterek daha da fazla hasara neden olur.



P ve S dalgaları yer altında depremin odak noktasında başlar. P dalgaları ses dalgalarına benzer şekilde ilerleyerek içinden geçtiği malzemeleri sıkıştırır. S dalgaları yeryüzünü, dalga hareketinin yeryüzüne göre yatay ya da dikey doğrultuda olmasına bağlı olarak yatay ya da dikey doğrultuda sallar.



Bazı deprem dalgaları sadece yerin yüzeyinde ilerler. Love dalgaları yeryüzünü ilerleme doğrultularına dik doğrultuda sallar. Rayleigh dalgaları ise yeryüzünü çembersel biçimde hareket ettirir, ileri – aşağı - geri - yukarı. Bu, okyanus dalgalarınınkiyle aynı harekettir. Yerin derinliklerine inildikçe Rayleigh ve Love dalgaları küçülür. Öyle ki yer altındaki madenciler bu yüzey dalgalarını nadiren hisseder.

Depremlerin şiddeti sismograf adı verilen cihazlarla ölçülür. Depremlerin büyüklüğünü ifade etmek için kullanılan iki yaygın ölçekten biri Richter diğeri ise Moment Magnitüd (Mw) ölçeğidir. Richter ölçeği depremleri deprem dalgalarının sismografla ölçülen büyüklüğüne göre değerlendirirken Moment Magnitüd ölçeği depremi ortaya çıkan toplam enerji üzerinden değerlendirir. Deprembilimciler depremin Moment Magnitüd cinsinden büyüklüğünü belirlemek için kırılan fayın yüzey alanına ve karanın fay boyunca ne kadar yer değiştirdiğine ilişkin ölçümleri kullanırlar. Bu yüzden de bir depremin Richter ve Moment ölçeklerine göre büyüklüğü her zaman aynı olmaz.

Depreme Dayanıklı Yapılar İçin Beş Önemli İpucu

Rijitlik ve Dayanım: Yapıların uygun düşey ve yatay (ama özellikle de yatay) rijitliğe ve dayanıma sahip olması gerekiyor. Yapılar kendi kendilerine ayakta kalabilmeleri için çoğunlukla zaten düşey doğrultuda belirli bir dayanıma sahip olacak şekilde inşa ediliyor. Ancak depremler binaya düşey yüklere ek olarak yatay yükler de getirdiği için yatay doğrultudaki dayanımının ayrıca ele alınması gerekiyor.

Planda ve Düşeyde Düzenlilik: Bu özellik binanın yatay yönde itki aldığında nasıl hareket ettiği ile ilgili. Deprem güvenliği alanındaki uzmanlar deprem sırasında binanın her yerinin eşit derecede hareket etmesini, böylece enerjiyi herhangi bir tarafa daha fazla kuvvet gelmeyecek şekilde dağıtmasını ister. Eğer binanın planında veya düşeyde düzensizlik varsa bina sarsıldığında zayıf noktalarda hasar meydana gelebilir ve bu hasar binanın tamamına yönelik bir hasarı da beraberinde getirebilir.

Yedekli Tedbirler: Uzmanlar binalarda depreme dayanıklılığa yönelik birden fazla stratejinin kullanılması, böylece birinin bir şekilde işe yaramaması durumunda binayı koruyan diğer tedbirlerin de hazır bulunması gerektiği konusunda hemfikir.

Temel: Sağlam bir temel depremler ya da başka afetler söz konusu olsun ya da olmasın tüm binaların sahip olması gereken önemli bir özellik. Farklı zeminler, binaların



Dünyada depreme en dayanıklı yapılar arasında gösterilen Sabiha Gökçen Havalimanı 300 adet deprem yalıtım elemanı üzerine inşa edildi. Bu yalıtım elemanları deprem nedeniyle oluşan kaymaları %80 oranında azaltarak havaliamanının 8,0 Mw büyüklüğündeki bir depreme dayanmasını sağlayabilir. Sabiha Gökçen Havalimanı sismik temel yalıtımına sahip dünyadaki en büyük yapılardan biri olma özelliğine sahip.

temellerinin farklı şekillerde sağlamlaştırılmasını gerektiren farklı özelliklere sahiptir. İlgili profesyonellerin inşaata başlamadan önce zeminin özelliklerini iyi anlaması ve buna göre plan yapması çok önemlidir.

Kesintisiz Yük Zinciri: Bu özellik binanın yapısal olan ya da olmayan tüm parçalarının birbirine sağlam bir zincir gibi bağlanmış olmasını ifade ediyor. Binada çok sayıda güçlü nokta bulunması, deprem ya da başka afetler sırasında etkiyen kuvvetlerin binanın belirli bir yerinde yıkıcı hasar oluşturmak yerine eşit şekilde dağılmasına yardımcı olur.



Hakan İpekçi / Alamy

Depreme Dayanıklılığı Artırmaya Yönelik Son Teknolojiler

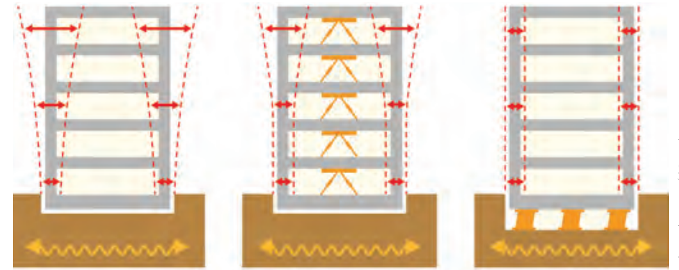
Deprem Yalıtımı

Binanın temeli ile üstyapı arasına esnek nitelikte yalıtım elemanları yerleştirerek binayı depremin etkilerinden yalıtma esasına dayanan bu yaklaşımda, bina genellikle çelik, lastik ve kurşundan yapılan esnek yastıklar üzerine inşa edilir. Deprem sırasında binanın oturduğu temel hareket ettiğinde bu yastıklar esneyerek sallanırken binanın üstyapısının yapacağı deformasyon sınırlı kalır. Deprem dalgaları etkin şekilde soğurularak dalgaların bina üstyapısına etkisi olabildiğince engellenir. Japon mühendislerin deprem yalıtımı yaklaşımıyla geliştirdikleri başka bir sistem ise binanın hava yastıkları üzerinde kaldırılmasına dayanıyor. Bu sistemde bina üzerindeki algılayıcılar depreme ilişkin sismik etkinlikleri belirlediğinde algılayıcı ağı bir hava kompresörüyle haberleşiyor ve kompresör uyarıdan sonraki yarım saniye içinde bina ile temeli arasına hava basıyor. Hava yastığı yapıyı yerden 3 santimetreye kadar kaldırarak yapıyı yıkıcı olabilecek kuvvetlerden yalıtıyor. Deprem sona erince kompresör devreden çıkıyor ve bina yeniden temeline oturuyor. Bazı deprem yalıtımı yöntemleri verimli ve ekonomik açıdan elverişli şekilde eski binalara da uygulanabildiği için avantajlı bulunuyor.

Darbe Emiciler

Binalara depreme karşı dayanım kazandırdığı kanıtlanmış bir diğer teknolojide de taşıt endüstrisinden esinlenilmiş. Motorlu taşıtlardaki istenmeyen sarsıntıları kontrol eden amortisörler, yoldaki sarsıntılardan kaynaklı kinetik enerjiyi bir hidrolik sıvı tarafından emilen ısı enerjisine dönüştürerek titreşimlerin şiddetini azaltıyor.




chombosan / iStock

Üstte: Darbe emiciler sismik dalgaların enerjisinin, hidrolik sıvıya iletilip ısı enerjisine dönüşmesini sağlayarak şok dalgalarının şiddetini azaltıyor.

Altta: Solda depreme dayanıklılığı klasik tekniklerle sağlanmış; ortada darbe emiciler, çelik çerçeveler ya da çelik perde duvarları gibi yöntemlerle titreşimleri azaltılmış; sağda ise deprem yalıtımı uygulanmış binaların deprem sırasındaki davranışlarını abartılı olarak gösteren birer temsili çizim. Deprem yalıtımı uygulanan bina esnek yastıklar üzerinde bütün olarak hareket ettiği için yapının diğer kısımlarına yatay yönde binen yük en aza indirgeniyor.



Markus Mainka / Alamy



Tayvan'ın Taipei şehrinde bulunan Taipei 101 adlı gökdelen, binanın hareketlerini dengeleyerek hasar görmesini ya da yıkılmasını önleyecek şekilde hareket eden ve 800 ton ağırlığında bir kütle barındıran büyük bir ayarlanmış kütleli damper sistemiyle korunuyor

Binalarda kullanılan darbe emiciler de tıpkı motorlu taşıtlardaki amortisörler gibi çalışıyor ve sismik dalgaların enerjisini hidrolik sıvıya iletip ısı enerjsine dönüştürerek şok dalgalarının şiddetini azaltıyorlar. Damper olarak da adlandırılan bu sistemlerde silikon yağıyla doldurulmuş silindirler içinde büyük pistonlar bulunuyor. Bir deprem olduğu zaman pistonlar yağa doğru baskı yaparak mekanik enerjiyi ısı enerjisine dönüştürüyor. Damperler genellikle binanın her katında kolonlar ve kirişler arasına yerleştiriliyor.

Sarkaç Gücü

İlk başta önceden inşa edilmiş gökdelenleri depreme daha dayanıklı hâle getirmek amacıyla geliştirilen bu yöntemde binanın içine, tepeye yakın bir konuma devasa bir kütle asılıyor. Çelik kablolar kütleyi taşırken viskoz sıvıyla dolu pistonlardan oluşan damperler kütle ile bina arasına yerleştiriliyor. Sismik hareket binanın sallanmasına neden olduğunda bu sarkaç eylemsizlikten dolayı binanın salınımının tersi yönde hareket ederek enerjiyi dağıtıyor. Mühendisler bu sistemleri “ayarlanmış kütleli damperler” olarak da adlandırıyor. Çünkü her bir sarkaç, içinde bulunduğu yapının doğal titreşim frekansına uygun olarak hassas biçimde ayarlanıyor.

Sismik Görünmezlik Pelerini

Bazı araştırmacılar sadece depremlerden kaynaklı kuvvetlerin etkisini azaltmakla kalmayıp depremlerden kaynaklı enerjiyi bütünüyle binalardan uzaklaştırmanın yollarını arıyor. Buna yönelik tasarlanan ve mecazi



Sean Pavone / Alamy



Ivan Vdovin / Alamy

Depreme dayanıklı yapı teknolojilerinin hayli gelişmiş olduğu Japonya'nın başkenti Tokyo'da bulunan, 634 metrelik dünyanın en uzun radyo kulesi olan Skytree adlı gökdelende geleneksel Japon mimarisinden esinlenilerek geliştirilen bir sistem kullanılmış. Kulenin merkezinde gökdelen boyunca uzanan betonarme bir sütun bulunuyor. Bu sütun yapıya destek sağlamanın yanı sıra bir çeşit karşıt ağırlık olarak da işlev görüyor. Kuleden bağımsız hareket ederek bir deprem sırasındaki sallanma hareketlerini dengeleyerek baskılıyor. Bu yapı tekniği aslında Horyu-ji Tapınağı'nda bulunan, Japonya'nın en eski ahşap binası olma özelliğini taşıyan 1400 yaşındaki beş katlı pagodada kullanılan tekniğe çok benziyor. Uzun tarihi boyunca Horyu-ji Tapınağı'ndaki pagodanın herhangi bir depremden dolayı yıkıldığına ilişkin hiçbir kayıt bulunmuyor. Bunun pagodanın merkezinden geçen ve şinbaşira adı verilen, bağımsız bir karşıt ağırlık sağlayarak deprem sırasındaki titreşimleri dengeleyen direk sayesinde mümkün olduğu düşünülüyor.

olarak "sismik görünmezlik pelerini" olarak da anılan bir sistem, iç içe geçmiş hâlde bulunan ve binanın temelinin en az 9 metre altına gömülen 100 plastik ve beton halka içeriyor. Deprem dalgaları halkalara girince daha kolay ilerleyebilmeleri için dıştaki halkalara itiliyorlar. Sonuçta dalgalar binadan uzağa kanalize edilmiş ve yerdeki katmanlara yayılmış oluyor. Ancak bu sistemle yansıtılan deprem dalgaları aynı hızla yollarına devam ederse çevredeki binalara ne olacağı bu yöntemdeki önemli bir sorun. Yöntem üzerinde çalışan araştırmacılar bu sorunu çözmenin de yollarını arıyor. Yöntemin önemli bir dezavantajı ise ciddi büyüklükte ek alan gerektirmesi.



Basıncı soğuran ve esneyen ancak tamamen bükülmeyen çelik perde duvarları binalardaki yatay kuvveti sınırlıyor.

Çelik Levhalarla Güçlendirilmiş Perde Duvarlar

Çelik levha perde duvar sistemleri, özellikle Japonya'da ve ABD'de binaları güçlendirmek amacıyla 1970'lerden bu yana kullanılıyor ve yüksek riskli deprem bölgelerinde geleneksel olarak kullanılan depreme dayanıklılık sistemlerine iyi bir alternatif olarak ümit vaat ediyor. Bu sistemler basıncı soğuran ve esneyen ancak tamamen bükülmeyen çelik perde duvarlar kullanarak binalara etkiyen yatay deprem kuvvetini sınırlıyor. Bu duvarlar ayrıca beton perde duvarlarla aynı düzeyde direnç ve dayanıma sahip olmalarına rağmen onlardan önemli ölçüde ince oldukları için inşaat maliyetlerini ve binanın toplam ağırlığını azaltıyor. Ayrıca çelik duvarların beton duvarlar gibi işlemlerden geçirilmesi gerekmediği için inşaat süreci de hızlanıyor.

Çelik Çapraz Çerçeveler ve Diyaframlar

Binaların dışına uygulanan çelik çapraz çerçeveler yapısal bütünlüğü güçlendiren unsurlardır. Bu çerçeveler deprem dalgalarının uyguladığı kuvveti tekrar temele ve zemine ileterek binanın maruz kalacağı yatay yük etkisini azaltır. Diyafram adı verilen yatay yapısal unsurlar da yine yatay yükleri dikey dayanım unsurlarına ileterek depreme dayanıma katkı sağlar. Diyaframlar genellikle aynı zamanda zemin ya da çatı işlevi görür.

Bir bina ne kadar yüksekse o kadar esnektir. Ne kadar esnekse de yeryüzü sarsıldığında onu devirmekten ya da yıkılmaktan alıkoymak için gerekli enerji daha azdır. Çok katlı binalar esnemeye müsait olduğu için üç katlı bir apartman 30 katlı bir gökdelene göre depremden zarar görmeye daha açık olarak kabul edilir. Bir binanın deprem güvenliği planlanırken inşaat mühendislerinin az katlı binaların taşıyıcı sistemini yüksek binalardakilerden daha yüksek kuvvetlere dayanacak şekilde tasarlaması gerekir.



Çelik çapraz çerçeveler depremden kaynaklı kuvvetleri yere iletir.

Deprem İzolasyonunun Türkiye'deki Örnekleri

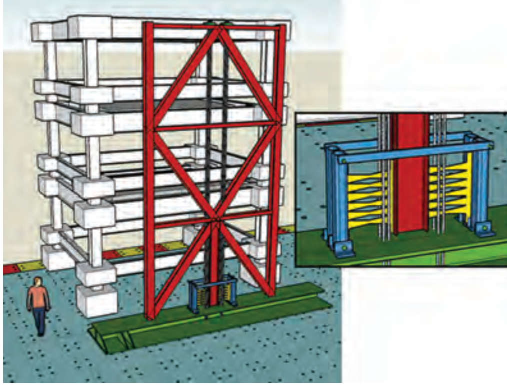
Deprem izolasyonu kavramı ilk olarak 1876 yılında Tokyo Üniversitesi Maden Mühendisliği profesörlerinden John Milne tarafından ortaya atıldı. Milne yapının altına izolasyon amaçlı çelik bilyeler yerleştirerek 1876-1895 yılları arasında çeşitli deneyler yaptı. 1905 yılında da ABD'de silindir sistemle yapılan izolasyon çalışmalarının depreme karşı etkili olduğu ortaya konuldu ve bu çalışma sonucunda ilk resmi belgeye dayalı patent alındı.

Türkiye'de sismik izolasyonun ilk uygulaması 2001 yılında Atatürk Havalimanı Dış Hatlar Terminali uzay kafes çatısında 130 adet sürtünmeli sarkaç izolatör kullanılarak yapıldı. 2005 yılında Antalya Havalimanı Uluslararası Dış Hatlar Terminal Binası da sismik izolasyon uygulamasının yapıldığı diğer bir örnek.

17 Ağustos 1999 Marmara depreminde yıkılan Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Araştırma Hastanesinin yerine yapımına karar verilen ve inşaatına 2002 yılında başlanarak 2004 yılında tamamlanan Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesinde bu deprem yalıtım sistemi uygulandı. 2013 yılında Sağlık Bakanlığı tarafından yayınlanan genelgeyle de 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde, 100 yatak ve üzeri hastanelerin taşıyıcı sistemleri sismik izolatörlü olarak projelendirilmesi zorunlu hale getirildi. Son zamanlarda inşa edilmekte olan hastanelerin çoğunda da bu sistem uygulanıyor.

Yenilenebilir Deprem "Sigortaları"

Stanford ve Northeastern üniversitelerinden araştırmacıların geliştirdiği sallanan çerçeve adı verilen teknoloji üç temel bileşenden oluşuyor: çelik çerçeveler, çelik kablolar ve çelik sigortalar. Sistem şu şekilde işliyor: Bir deprem olduğunda çelik çerçeve aşağı yukarı sallanıyor. Tüm enerji en altta bulunan diş benzeri birkaç sigortaya yönlendiriliyor. Sigortanın dişleri gıcırdıyor ve hatta kırılabiliyor ancak çerçevenin kendisi sağlam kalıyor. Sarsıntı durduğunda çelik kablolar binayı tekrar dik pozisyona çekiyor. Daha sonra zarar gören sigortalar kolayca değiştirilebiliyor. Sonuçta bir depremden hemen sonra tekrar kullanılabilen güvenli binalar inşa edilmiş oluyor.



Deprem sarsıntılarından kaynaklı enerji en altta bulunan diş benzeri birkaç sigortaya yönlendiriliyor. Sigortanın dişleri gıcırdıyor ve hatta kırılabiliyor ancak çerçevenin kendisi sağlam kalıyor. Daha sonra zarar gören sigortalar kolayca değiştirilebiliyor.

Şekil Hafızalı Alaşımlar

Bazı araştırmacılar ağır gerilimlere maruz kalsa da orijinal şekline dönebilen şekil hafızalı alaşımların depreme dayanım teknolojilerinde kullanım potansiyeli üzerinde çalışıyor. Araştırmacılar akıllı malzemeler olarak da adlandırılan bu malzemelerin geleneksel çelik-beton temelli inşaatlara alternatif olarak kullanımını sınıyor. Ümit vaat eden alaşımlardan biri, nitinol olarak da bilinen nikel titanyum alaşımı, çeliğe göre 10 ila 30 kat daha fazla esneklik sunuyor. University of Nevada, Reno'dan araştırmacılar 2012'de çelik ve betondan yapılmış bir köprü ayağının deprem performansını nitinol ve betondan yapılan bir kolon ile karşılaştırdığında, nitinolün geleneksel malzemelere her düzeyde üstün geldiğini ve çok daha az hasar gördüğünü gözlemledi.

Karbon-Fiber Sargı

Yeni bir binayı depreme dayanıklı olacak şekilde tasarlamak kadar eski binaların depreme dayanımını artırmak da önem taşıyor. Karbon fiberle güçlendirilmiş plastik sargı olarak adlandırılan bir teknoloji eski binalara kolayca uygulanabilen bir çözüm olarak ön plana çıkıyor. Bu sargılar karbon fiberlerle epoksi, polyester, vinil ester ya da naylon gibi bağlayıcı polimerler karıştırılıp çok hafif ama aşırı derecede dayanıklı kompozit malzemeler oluşturularak elde



Tokyo'daki en yüksek binalardan biri olan Mori Tower gökdeleni depremlere karşı 192 sıvı dolu darbe emici ile donatılmış. Darbe emicilerin içindeki kıvamlı yağ depremden ya da şiddetli rüzgardan kaynaklı sarsıntılarda sarsıntının tersi yöne doğru akarak dengeleyici bir etki yapıyor.

ediliyor. Güçlendirme uygulamalarında mühendisler malzemeyi binaların ya da köprülerin betonarme kolonlarına sarıyor ve kolon ile malzeme arasındaki boşluğa basınçlı epoksi pompalıyor. Tasarımdaki gereksinime bağlı olarak bu işlem altı ila sekiz kez tekrarlanıyor ve sonuçta önemli ölçüde daha güçlü ve sünek kolonlar elde ediliyor. Şaşırtıcı biçimde depremden zarar görmüş kolonlar bile karbon-fiber sargılarla onarılabiliyor. Yapılan bir araştırmada bir otoyol köprüsünün zayıflayan kolonlarının kompozit malzemeyle sarıldığında, sarılmayan kolonlara göre %24 ila %38 oranında daha güçlü olduğu kaydedildi.



San Francisco'daki TransAmerica gökdeleninin alt kısmındaki çapraz destekler binayı yatay ve dikey kuvvetlerden koruyor.

Mukavva Tüpler ve Başka Yerel ve Ucuz Çözümler

Her ne kadar depreme dayanıklı yapılar inşa etmeye yönelik pek çok yüksek teknoloji geliştirilmiş olsa da aslında bunların çoğunun gelişmiş ülkeler haricinde uygulanması ekonomik olarak mümkün değil. İşte bu yüzden tüm dünyada mühendisler ve araştırmacılar yerel olarak erişilebilen ve kolayca elde edilebilen malzemelerle depreme dayanıklı yapılar tasarlamaya çalışıyor. Örneğin Peru'da araştırmacılar duvarları plastik kafeslerle güçlendirerek geleneksel kerpiç yapıları daha dayanıklı hâle getirdi. Hindistan'da mühendisler beton yapıları bambu kullanarak güçlendirmeyi başardı. Endonezya'da ise bazı evler taşla ya da kumla doldurulan eski taşıt lastiklerinden kolayca yapılabilen yastıkların üzerinde duruyor. Mukavva bile sağlam ve dayanıklı bir yapı malzemesi olarak kullanılabiliyor. Japon mimar Shigeru Ban, poliüretanla kaplanmış mukavva boruların temel iskelet unsurunu oluşturduğu yapılar tasarlıyor.



Japon mimar Shigeru Ban'ın poliüretanla kaplanmış mukavva borular kullanarak tasarladığı bir binanın girişi.



Japonya'daki bu ofis binası termoplastik karbon fiber kompozit bir malzemeden yapılmış çubuklardan oluşan bir perdeyle çevrelendi. Çubuklar hem esnek hem de deprem sırasında binaya etki eden kuvveti sınırlandırabilecek kadar güçlü.

Kurallara Uymak Hayat Kurtaracak

Bugün ülkemizdeki konutlarda, kamu ve özel sektör binalarında en yaygın kullanılan betonarme taşıyıcı yapı sistemleri ile, maliyeti çok fazla yükseltmeden ülkemizde beklenen büyüklükteki depremlere dayanıklı binalar inşa edilebileceği biliniyor. Son versiyonu 2018'de yayımlanan ve 2019'da yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği bu konuyla ilgili yasal yaptırım aracı olarak mevcut. Söz konusu yönetmeliğin hem yeni inşa edilen hem de mevcut binalara etkin biçimde uygulanması ve kaçak yapılaşmanın engellenmesi depremlerde yaşanan can ve mal kaybının en aza indirgenmesi açısından önem taşıyor. Sadece kurallara uyularak ve inşa faaliyetlerinin mühendislik hizmetleri açısından denetimi sağlanarak binalarımızın deprem güvenliği önemli ölçüde artırılabilir. ■

Kaynaklar

https://www.usgs.gov/natural-hazards/earthquake-hazards/science/science-earthquakes?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects

https://www.exploratorium.edu/faultline/basics/waves.html

https://online.norwich.edu/academic-programs/resources/5-civil-engineering-innovations-that-help-buildings-withstand-earthquakes

https://science.howstuffworks.com/innovation/science-questions/10-technologies-that-help-buildings-resist-earthquakes.htm

https://www.japan.go.jp/regions/resilientjapan/earthquake.html

https://archiscapes.wordpress.com/2014/11/12/shigeru-ban-paper-tube-structures/#jp-carousel-2737

https://safetymanagement.eku.edu/blog/5-tips-to-building-an-earthquake-resistant-structure/

Gürkan Caner Birer [teknoyasam@tubitak.gov.tr



Çift Ekranlı Dizüstü Bilgisayar

Lenovo'nun CES 2023 fuarında tanıttığı çift ekranlı Yoga Book 9i modeli, dizüstü bilgisayar dünyasına yeni bir soluk getirdi. Birbirine bağlı iki dokunmatik ekran, klavye, ayaklık ve kalemle birlikte satılan ürün birçok farklı kullanım şekline olanak tanıyor. Üst üste veya yan yana konumlanmış iki ekran, ekranların bütünleşik tek bir ekran olarak kullanılabilmesi, ekranlardan birinin klavye ve touchpad olarak da kullanılabilmesi birçok farklı düzene imkân sağlıyor. Ekranın touchpad veya klavye olarak kullanılan kısımları dokunsal geribildirim verebildiği için fiziksel tuş hissiyatı sunuyor. Daha önce de çift ekranlı dizüstü bilgisayarlar tanıtılmıştı ama onlar bu kadar pratik ve kullanışlı değildi. Yoga Book 9i'nin dayanıklılık, performans, pil kapasitesi, yazılım olgunluğu gibi konularda ne kadar başarılı olacağını ve 2.000 dolardan başlayan fiyatıyla ne kadar talep göreceğini bugünden kestirmek pek mümkün olmasa da konsept olarak iyi çalışılmış olduğu söylenebilir. Dileriz bu tür yenilikçi modeller yaygınlaşır. Yogo Book 9i'yi tanıtan bir videoyu izlemek için https://youtu.be/bGVVxFO01Ks adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.

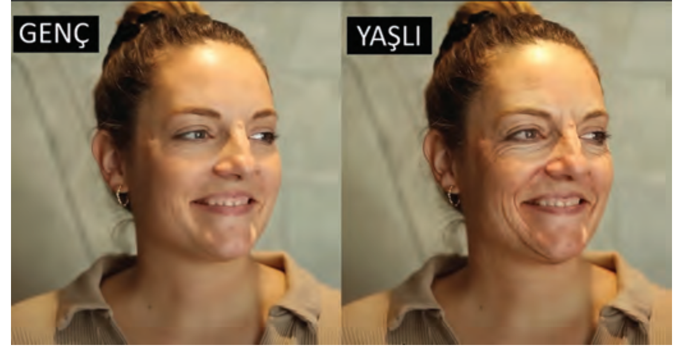






https://lnv.gy/3w9heAp

Yaş Değiştirme Teknolojisi



Öteden beri sinema filmlerinde oyuncuların olduğundan genç veya yaşlı gösterilmesi için çeşitli teknikler uygulanıyor. Günümüzde de bu iş için çok zahmetli plastik makyaj teknikleri veya görsel efektlere başvuruluyor. Ancak gerçekçi sonuçlar elde etmek için birçok uzmanın birlikte çalışarak çok ciddi çaba sarf etmesi gerekiyor. Bu da hem para hem de zaman kaybına yol açıyor. Bu konuda yapay zekâ yardımıyla geliştirilmiş çeşitli algoritma ve yazılımlar olsa da bugüne kadar bunlar tek başına yeterli düzeyde sonuçlar üretemiyordu. Disney Araştırma Stüdyoları'nın yeni geliştirdiği yaş değiştirme yazılımı bu sorunu kökten çözecek gibi görünüyor. Hareketli kamera görüntülerinde, farklı ışık şartlarında ve oyuncuların kameraya bakmadığı durumlarda dahi çalışan algoritma, deneysel olmanın ötesine geçerek kullanılabilir seviyeye gelmiş durumda. Sisteme oyuncunun mevcut yaşını ve hedeflediğiniz yaşı girmeniz yeterli oluyor, ek bir aparat veya yüz üzerine işaretleme gerektirmeden görüntü anında değiştiriliyor. Bu yöntemde görsel efekt sanatçılarının her bir karede kırışıklıkları silmek (veya eklemek) için haftalar harcaması da gerekmiyor. Yazılımın nasıl çalıştığını detaylı şekilde anlatan bir videoyu izlemek için https://youtu.be/ZP1ApcdyAjk adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



https://bit.ly/yaslandir

İş Oyunları

İş yerinde zaman zaman oyunlar oynamak, ilişkileri ve iş birliğini teşvik etme gücüne sahip olabilir. Brigham Young Üniversitesi tarafından yapılan bir çalışmaya göre, birlikte kısa video oyunları oynayan takımlar, daha geleneksel takım-inşa etkinliklerine katılanlardan yüzde 20 daha verimli oluyor. Microsoft iş arkadaşlarının daha iyi kaynaşması için birlikte oynayabilecekleri oyunların yer aldığı "İş İçin Oyunlar" uygulamasını yayınladı. 2-250 kişinin hızlı, etkileşimli ve reklamsız oynayabileceği bu oyunlar, eğlenceli olsa da fazla kullanımı işverenlerin pek hoşuna gitmeyebilir. Microsoft Teams uygulaması içerisinden "Games for Work" adıyla erişilebilen uygulama içinde Mayın Tarlası ve Solitaire gibi oyunlar yer alıyor.



Sesten Hastalık Tespiti



Kintsugi adlı firma geliştirdiği ses analiz teknolojisiyle insanların sesinden depresyon ve kaygı bozukluğu gibi psikolojik hastalıkları tespit edebiliyor. Geçmişte COVID-19 için de deneysel olarak benzer çalışmalar yapılmıştı. Kintsugi hastaların konuşma içeriğini analiz ederek psikolojik bir tahlil yapmıyor. İnsanların nasıl konuştuğuna bakarak hastalık tespiti yaptığı için her dilde çalışabiliyor. Depresyondaki kişiler genel olarak normalden kısık bir ses tonuyla, bekleyerek ve monoton konuşuyor. Bu gibi ayrıştırıcı özelliklerden kişinin psikolojik, hatta kardiyovasküler hastalıklarıyla ilgili işaretler tespit edilebiliyor. Normalde Kintsugi, kırılan bir nesneyi eskisinden daha güzel ve değerli hâle getirmek için kırıkların altınla onarıldığı Japon sanatının adı. Benzer bir felsefeyi benimseyen firma, ruh sağlığına yönelik geliştirdiği projeyle insanları mental hastalıklardan kurtararak daha sağlıklı hâle getirmeyi amaçlıyor. Hastanelerin ve sigorta şirketlerinin çağrı merkezlerinde ve işverenlerin çalışan destek hatlarında bu tür sistemlerin kullanılmaya başlanması bekleniyor. Bu alanda çalışan WinterLight Labs, Ellipsis ve Sonde gibi başka firmalar da var. Elbette bu tür çalışmalar çoğunluk için anlamlı olsa da çeşitli aksan, şive, kültür veya yetiştirme tarzının etkisiyle farklı konuşan kişilere yanlış tanı konabileceği de unutulmamalı.

–

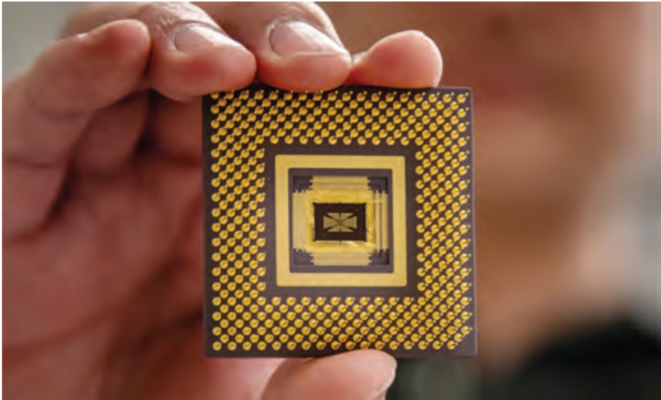
https://bit.ly/catlak-ses

Yeni Üretken Yapay Zekâ Uygulamaları

ChatGPT ve DALL-E gibi örneklerini gördüğümüz üretken Yapay Zekâ (Generative AI) geçtiğimiz yılın en dikkat çeken teknolojileri arasında yerini almıştı. Bu yıl da benzer teknolojiler sıkça gündemimizi işgal edecek gibi görünüyor. OpenAI tarafından geliştirilen Point-E adındaki yapay zekâ uygulaması, tarife uygun 3 boyutlu model üretebiliyor. Şu aşamada ortaya çıkan modeller tatmin edici olmasa da zamanla üretilen çıktıların 3 boyutlu yazıcılarda, animasyonlarda ve oyunlarda kullanılabilir hâle gelmesi uzun sürmeyeceğe benziyor. Point-E'nin çalışır sürümüne ait kodlara Github üzerinden de erişilebilir. Diğer taraftan Microsoft ChatGPT'nin sunduğu teknolojiyi Word, Excel, Powerpoint ve Bing'e entegre etmeyi planlıyor. Ayrıca Microsoft üç saniyelik konuşma örneğinden kişinin sesini taklit edebilen VALL-E adında bir uygulama da geliştirdi. Meta tarafından daha önce oluşturulan Libri-light adlı ses kütüphanesindeki 7.000 kişiye ait toplam 60.000 saatlik İngilizce ko-

Memristor Kullanımı Yaygınlaşıyor

Memristor, 1971 yılında Hewlett-Packard laboratuvarlarında Leon Chua tarafından teorik olarak keşfedilen bir elektronik devre parçasıdır. Ancak, o zamanlar memristor'un fonksiyonları ve özellikleri tam olarak bilinmediği ve pratikte de üretilemediği için kayıp devre elemanı olarak adlandırılmıştı. Yakın zamanda bu alanda farklı teknolojilerin kullanılmasıyla memristor tabanlı çipler üretilmeye başlandı. Memristor'a "memory resistor" (anımsatıcı direnç) adı verildi; çünkü bu aygıt, devrenin geçmişteki akım değerlerini hatırlamasını sağlıyor. Yetenekleri ve yapısı, insan beynindeki sinapslara benzediğinden yapay sinir ağlarında kullanılması da mümkün. Yapay zekâ (AI) modelleri giderek daha da gelişirken, bu modelleri geleneksel bilgisayar donanımı üzerinde eğitmek ve çalıştırmak çok enerji tüketiyor. Bu nedenle dünya çapındaki mühendisler, AI sistemlerinin yüksek hesaplama yükünü daha iyi destekleyebilecek, beyinden ilham alan alternatif donanımlar geliştirmeye çalışıyorlar. Technion-İsrail Teknoloji Enstitüsü ve Peng Cheng Laboratuvarı'ndaki araştırmacılar, yakın zamanda derin öğrenme modellerinin üretken ve grafiksel bir sınıfı olan derin inanç sinir ağlarını (DBN'ler) destekleyen yeni bir nöromorfik hesaplama sistemi oluşturdular. Nature Electronics dergisinde özetlenen bu sistem, silikon bazlı enerji tasarruflu memristorlara dayanıyor.



Memristor, sadece hafıza ve yapay sinir ağları gibi uygulamalarda değil, aynı zamanda sinyal işlemede ve sensörlerde de kullanılabilir. Örneğin, bir sensör olarak kullanılması, memristor'un çevre koşullarındaki değişiklikleri algılamasını ve bunları elektronik devrelere iletmek için kullanmasını mümkün kılar. Memristor, enerji tasarrufu sağlaması nedeniyle, IoT (Nesnelerin İnterneti) cihazları ve mobil cihazlarda da kullanılabilir.

–

https://bit.ly/mem-dbn

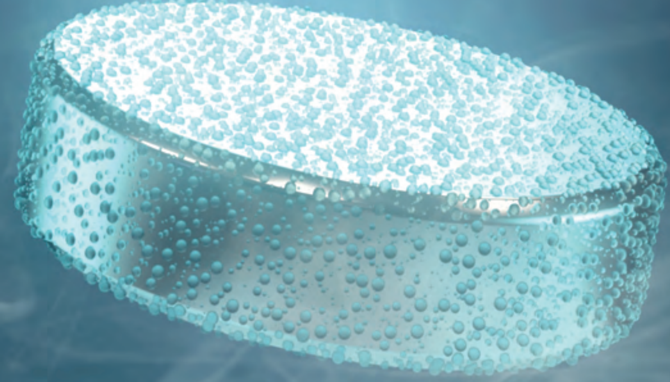
nuşma kaydıyla eğitilen VALL-E kişiyi ses, ton ve konuşma biçimi olarak taklit edebiliyor. Proje için hazırlanan web sitesinde hem ilgili makaleye hem de taklit örneklerine ulaşmak mümkün. Apple da yakın zamanda kitapları gerçek bir insan okuyormuş gibi seslendirebilen dijital seslendirme hizmetini tanıtmış ve yayıncılara kolayca sesli kitap çıkarma imkânı sunmuştu.

–

https://tcrn.ch/3BNXDJe
https://valle-demo.github.io



Yüksek Sıcaklık Süper İletkenliğinin Sırrı Çözüldü



Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Oxford Üniversitesinden Séamus Davis ve ekip arkadaşlarının yaptığı deneysel çalışmalar Philip Anderson'un yüksek sıcaklık süper iletkenliği ile ilgili teorisini doğruladı.

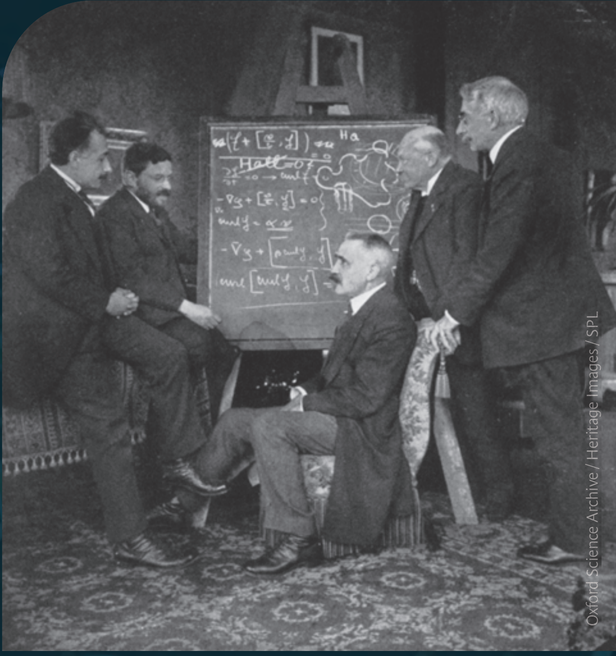
Süper iletkenler, manyetik alanın içlerine girmesine izin vermez. Bu durum mıknatısların süper iletkenlerin üzerinde havada asılı kalmasına imkân verir.
Süper iletkenlik 1911'de keşfedilmişti. Hollandalı fizikçi Heike Kamerlingh Onnes ve arkadaşları bir cıva telin sıcaklığını 4 kelvine düşürdüklerinde telin elektriksel direncinin sıfıra düştüğünü gözlemlemişlerdi.

Bir elektrik akımı, iletken bir telin içinden geçerken elektronlar etraftaki atomlarla etkileşerek saçılır. Bu durum elektronların enerji kaybetmesiyle ve telin ısınmasıyla sonuçlanır. İletkenin sıcaklığı ne kadar yüksekse içindeki atomların titreşim genliği de o kadar yüksektir. Atomların daha büyük bir genlikle titreşmesi ise elektronların daha fazla saçılması ve daha fazla enerji kaybetmesi anlamına gelir. Bu yüzden bir iletkenin sıcaklığı arttıkça elektriksel direnci de artar.

Bir iletkenin sıcaklığı düştükçe elektriksel direncinin azalması beklenir. Ancak sıcaklık ne kadar düşük olursa olsun elektronların atomlarla az da olsa etkileşmesini, dolayısıyla iletkenin az da olsa bir direncinin olmasını beklersiniz. Onnes ve arkadaşlarının deneylerinde ise direnç tamamen sıfıra düşüyordu.

Süper iletkenliğin nasıl ortaya çıktığının kuramsal açıklaması 1950'lerde John Bardeen, Leon Cooper ve John Robert Schrieffer tarafından yapıldı ve fizikçilere Nobel Ödülü kazandırdı. Araştırmacıların adlarından türetilen BCS kısaltmasıyla anılan kuram, süper iletkenliğin ortaya çıkmasında Cooper çiftlerinin rol aldığını söyler.

Ktsimage / iStock


Oxford Science Archive / Heritage Images / SPL

Paul Ehrenfest'in Leyden'deki (Hollanda) evinde çekilmiş bir fotoğraf. Soldan sağa: Albert Einstein, Paul Ehrenfest, Paul Langevin, Kamerlingh Onnes ve Pierre Weiss.

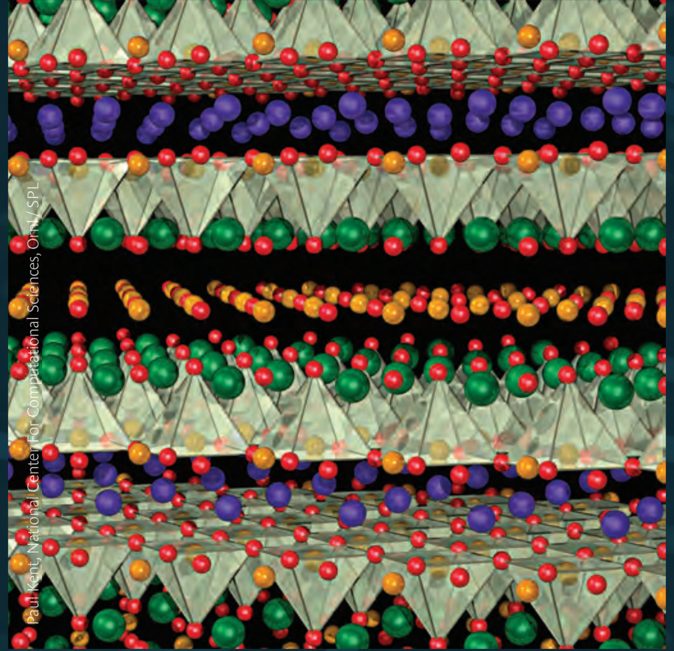
Temel parçacıklar fermiyonlar ve bozonlar olarak ikiye ayırılır. İki özdeş fermiyon aynı kuantum durumunda bulunamaz. Aynı kuantum durumunda bulanabilecek özdeş bozonların sayısının ise bir sınırı yoktur. Örneğin elektronlar fermiyon türü parçacıkların bir örneğidir. Bir atomdaki iki elektron aynı kuantum durumunda bulunamaz. Bir orbitalde en fazla iki elektron bulunabilir ve bu elektronların spinleri farklı olmak zorundadır. Fotonlar ise bozon türü parçacıkların örneklerindendir. Bir ışık ışınında aynı kuantum durumunda çok sayıda foton bulunabilir.

BCS teorisindeki Cooper çiftleri iki elektronun bir araya gelmesiyle oluşur. Kendilerini oluşturan elektronlar fermiyon olsa da Cooper çiftleri bozondur. Dolayısıyla çok sayıda Cooper çifti aynı kuantum durumunda bulunabilir. BCS kuramında da aynı kuantum durumundaki çok sayıda Cooper çiftinin bir araya gelmesiyle bir süper akışkan ortaya çıkar. Elektriksel direncin sıfır olmasını sağlayan, bu süper akışkanın çevresiyle hiç etkileşmeden akabilmesidir.

Süper iletkenliğin düşük sıcaklıklarda ortaya çıkmasının nedeni, Cooper çiftlerini bir arada tutan "tutkal"ın zayıf olmasıdır. Sıcaklık arttığında Cooper çiftleri kolayca dağılır ve malzeme yeniden elektrik akımına direnç göstermeye başlar.

İlk keşfedilen süper iletkenlerin tamamı mutlak sıfıra çok yakın sıcaklıklarda süper iletken hâle geçiyorlardı. Ancak 1986 yılında IBM araştırmacıları Georg Bednorz ve Alex Müller bir kuprat mineralinin 30 kelvinde süper iletken hâle geçtiğini keşfetti. Hatta ilerleyen zamanlarda önce 100 kelvinin, sonra 130 kelvinin üzerinde süper iletkenlik gösteren başka kuprat mineralleri de keşfedildi.

Kuprat mineralleri bakır ve oksijen atomlarından oluşan katmanlardan ve bu katmanların arasına dağılmış başka tür atomlardan oluşur. Bu minerallerin görece yüksek sıcaklıklarda süper iletken hâle geçmesi fizikçiler arasında doğal olarak ilgi uyandırdı. Kuprat minerallerindeki yüksek sıcaklık süper iletkenliğinin sırrının çözülmesiyle, belki de, oda sıcaklığında bile süper iletken hâle geçebilen malzemelerin üretilebileceği düşünüldü.

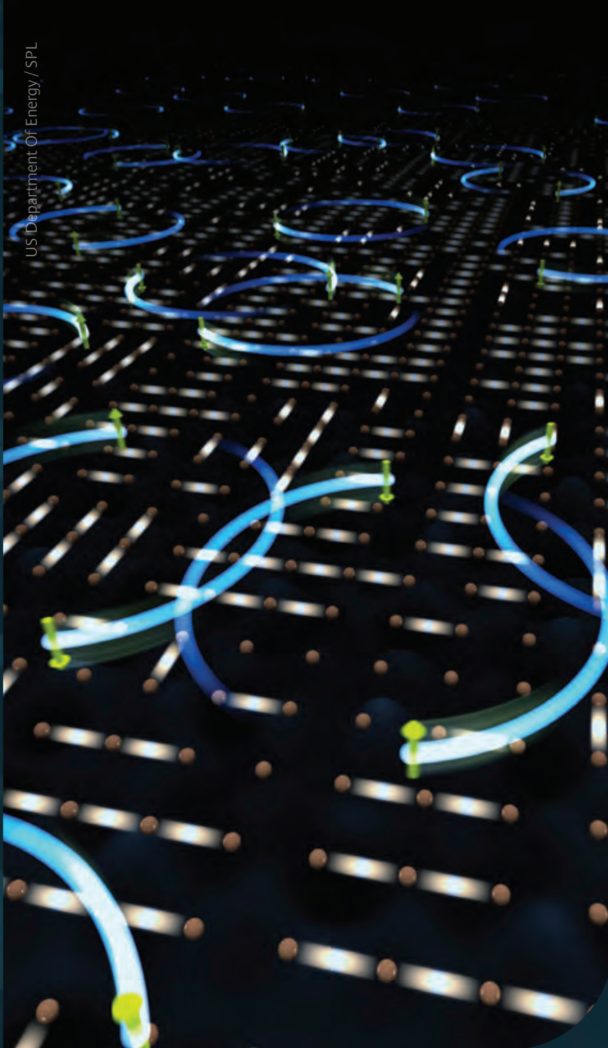

Paul Kent, National Center for Computational Sciences, ORNL / SPL

Bir tür kuprat minerali

Bednorz ve Müller'in keşfinden sadece birkaç ay sonra Nobel Ödüllü fizikçi Philip Anderson, kuprat

minerallerindeki yüksek sıcaklık süper iletkenliğinin nasıl ortaya çıktığına bir açıklama getirdi. Anderson, Cooper çiftlerinin oluşumunda süper değiş-tokuş adı verilen bir kuantum mekaniksel mekanizmanın rol aldığını öne sürdü.

Hendrik Kramers tarafından 1934 yılında öne sürülen süper değiş-tokuş mekanizmasında aynı tür iki katyon (artı yüklü iyon) etkileşir. Katyonlar birbirlerinin en yakın ikinci komşusudur. Süper değiş-tokuş mekanizması, atomlardaki elektronların spinlerinin düzenli bir yapıda bulunmasını sağlar. Anderson, bu düzenli yapı sayesinde Cooper çiftlerinin oluşmasının kolaylaştığını ve görece yüksek sıcaklarda bile kolaylıkla parçalanmadıklarını öne sürdü.


US Department Of Energy / SPL

İletken teller gibi yoğun maddelerin içindeki elektronların davranışları üzerine deneyler yapmak zordur. Anderson'un öne sürdüğü düşüncenin test edilmesi de kolay olmadı. Bu konu üzerine yapılan en önemli çalışmalardan birine, Oxford Üniversitesinden Séamus Davis ve öğrencileri imza attı. Araştırmacılar 2016 yılında yayımladıkları makalelerinde kuprat minerallerini taramalı elektron mikroskobuyla incelemişti. Sıradan bir taramalı elektron mikroskobunda malzemenin yüzeyini tarayan metalik bir iğne bulunur. Davis ve öğrencileri ise deneylerde mikroskobun metal iğnesini bir süper iletken iğne ile değiştirerek ilk kez Cooper çiftlerini görüntülemeyi başarmışlardı. Aynı yıl bir grup Çinli araştırmacı, süper değiş-tokuş mekanizmasının kritik sıcaklığı (süper iletkenliğin ortaya çıktığı sıcaklığı) yukarılara taşıdığını gösteren bir çalışmaya imza attı. Son olarak Davis ve öğrencileri Çinli grubun kullandığı yöntemleri kendilerininkiyle bir araya getirerek yeni bir çalışma yaptı. Araştırmacıların bizmut stronsiyum kalsiyum bakır oksit (BSCCO) adlı kuprat mineralleri üzerinde yaptıkları araştırma sırasında süper iletkenlik doğrudan gözlemlendi. Sonuçları Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)'de yayımlanan çalışmanın bugüne kadar Anderson'un yüksek sıcaklık süper iletkenliği ile ilgili öne sürdüğü açıklamayı destekleyen en ikna edici sonuçları içerdiği söyleniyor.

Kuprat minerallerindeki yüksek sıcaklık süper iletkenliğinin nasıl ortaya çıktığının anlaşılmasıyla birlikte oda sıcaklığında süper iletkenlik gösteren malzemeler üretmeye yönelik çalışmaların da hız kazanması bekleniyor. ■

Kaynak

https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2207449119

Merak Ettikleriniz

Mesut Erol [*merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr*

bymuratdeniz / iStock

Neden Daha Çok **Soğuk Havalarda** Nezle Oluruz?

Çocukluğunuzda muhtemelen en sık aldığınız uyarılardan biri kış aylarında dışarı çıkarken sıkı giyinmemiz konusundadır. Küçük yaşlardan itibaren üşüme ile soğuk algınlığı (nezle) ve grip gibi hastalıklar arasında bir neden-sonuç ilişkisi kurma eğiliminiz, bu hastalıklara virüslerin yol açtığını öğrenmenizle sarsılmış olabilir.

Kış aylarında üst solunum yolu hastalıklarının tırmanışa geçmesi, kurulan bu ilişkiyi doğruluyor gibi görünse de yıllardır yapılan pek çok çalışmada bilim insanları üşüme ile soğuk algınlığı arasında doğrudan bir bağlantı kurmakta zorlandı. Ancak hem soğuk havanın bağışıklık yanıtına etkisi hem de iç ve dış yaşam ortamlarımızdaki havanın niteliğindeki sıcaklığa bağlı değişimler dolaylı bağlantılara kapı aralıyor.

Ortam sıcaklığıyla hastalanma olasılığı arasındaki bağlantıyı sınayan bir araştırmada yaklaşık 400 kişilik katılımcı grubu 27, 16 ve -12°C'ta tutulan odalarda bir süre bekletildiler. Sonrasında nezleye neden olan virüsle enfekte olan katılımcılarda, hastalık belirtisi gösterme oranı soğuk, serin ve sıcak odalarda bulunmalarından etkilenmeksizin yaklaşık olarak aynı seviyede seyretti.

Hasta bir insandaki virüsler yüksek nemli ortamlarda konuşma, öksürme ya da hapşırma gibi eylemler sonucunda görece büyük damlacıklara tutunarak vücut dışına çıkar. Bu damlacıklar pek de küçük olmayan kütleleri nedeniyle genellikle havada bir enfeksiyonu tetikleyemeyecek kadar kısa süre kalır ve yere düşer. Ancak kış aylarında soğuyan havanın nem taşıma kapasitesi düşer. Ayrıca, ısıtıcılarla havasını kuruttuğumuz yaşam alanlarımızda da nem azalır. Düşük nemli hava, vücuttan çıkan damlacıkların daha küçük parçalar hâlinde havada uzun süre süzülmesine neden olur. Böylece virüsler yeni konaklarına erişebilmek için ek süre kazanır.

Solunum sisteminin ilk üyesi olan burnumuz, solunan havayla vücuda giren hastalık etmenlerine karşı savunmada öncelikli bir konumdadır. Burnun iç yüzeyindeki hücreleri ve kılları kaplayan mukus tabakasında hücre dışı kesecikler adı verilen bağışıklık ögeleri bulunur. Güncel çalışmalar, enfeksiyon durumunda sayıları artan keseciklerin virüslerle doğrudan savaşarak ya da onları etkisiz hâle getirecek diğer bağışıklık sistemi yapılarını harekete geçirerek çoğalmalarını sekteye uğrattığını gösteriyor. Yürütülen deneylerde mukoza sıcaklığı 5°C düşürüldüğünde, üretilen kesecik miktarının %42 azaldığı belirlenmiş. Ayrıca sıcaklık düştüğünde, keselerin virüslere tutunarak onları etkisiz hâle getirmede kullandığı reseptörlerin sayısında da %77'lik azalma gözlenmiş.

Bu durumda bilim insanları sıkıca giyinmeyi öğütleyen anneleri dolaylı da olsa haklı çıkarmış mı dersiniz?

Kaynaklar

healthline.com/health-news/scientists-finally-figure-out-why-youre-more-likely-to-get-sick-in-cold-weather

theconversation.com/mondays-medical-myth-you-can-catch-a-cold-by-getting-cold-2488

wired.com/story/why-do-you-get-sick-in-the-winter-blame-your-nose

Süt Beyazken Neden Bazı Peynirler **Farklı Renklerde** Olur?

Süt içeriğindeki protein moleküllerinin minerallere tutunarak oluşturduğu kümelenmeler, üzerlerine düşen ışığı tüm dalga boylarında saçılıma uğratır ve bu nedenle süt beyaz görünür. Sütte bulunan ve rengi proteinlerce maskelenen bir doğal pigment, üretilen peynirin sarı ya da turuncu tonlarda görünmesine yol açar. Diğer yandan, bazı peynir üreticileri, üretim aşamalarında farklı pigmentler kullanarak daha koyu tonlarda ya da göz alıcı renklerde peynirler elde eder.

Kabak, havuç ve ıspanak gibi bitkilerde de karşımıza çıkan beta karoten adlı doğal pigment, ineklerin tükettiği taze otlarda bolca bulunur. Saf hâlde turuncu-kırmızı renge sahip olan bu pigment, yağda çözünen bir moleküldür. Bu nedenle üretim sırasında süzülen suyla uzaklaşmayıp katılaşan peynir bölümlerinde derişimi artar. Sütteki beta karoten oranı ve üretilen peynirin cinsine göre değişkenlik gösteren aşamalar, peynirin beyaz-sarı-turuncu aralıktaki tonunu belirler. Besleyici ve beta karotence zengin taze otların tüketildiği ilkbahar ve yaz aylarında elde edilen sütten üretilen peynirler, sonbahar ve kış mevsimi üretilen sütlere kıyasla daha koyu sarı tonlardadır.

Mevsimsel ton farklılıklarına ek olarak, bazı üreticilerin peynir üretiminde kullanılan sütteki yağ tabakasını sıyırarak tereyağı üretmesi, dört yüzyıl kadar önce Birleşik Krallık'ta ek renklendirme yöntemlerinin ortaya çıkmasıyla sonuçlandı. Beta karoten içeren yağlı bölümü azalan açık tonlu ürünlerinin tüketicilere daha az çekici göründüğünü fark eden bazı çedar peyniri üreticileri, annatto adlı doğal renklendiriciyi kullanarak müşterilerini daha yağlı peynirleri olduğuna ikna etmeye çabaladı. Benzer renklendirici maddelerin günümüzdeki bazı peynir türlerinin üretiminde kullanılmaya devam edilmesi, tüketicilerin bu tonları daha çekici ve besleyici bulduklarının bir göstergesi sayılabilir.

Bazı hayvanların sütünden elde edilen peynir türleri ise benzer aşamalardan geçse dahi sarı renk almaz. Örneğin keçiler, tükettikleri ottan aldıkları beta karoten moleküllerinin neredeyse tamamını A vitaminine dönüştürür. Bu nedenle keçi sütünden üretilen peynirler genellikle beyaz olur. Bazı peynirlerse üretim aşamalarında kullanılan küf mantarlarının etkisiyle mavi-yeşil tonlarda görünebilir.

Kaynaklar

davidson.weizmann.ac.il/en/online/askexpert/why-yellow-cheese-yellow

npr.org/sections/thesalt/2013/11/07/243733126/how-17th-century-fraud-gave-rise-to-bright-orange-cheese

uwl.ac.uk/business/why-are-some-cheeses-orange

Liubov Mikhailova / Alamy

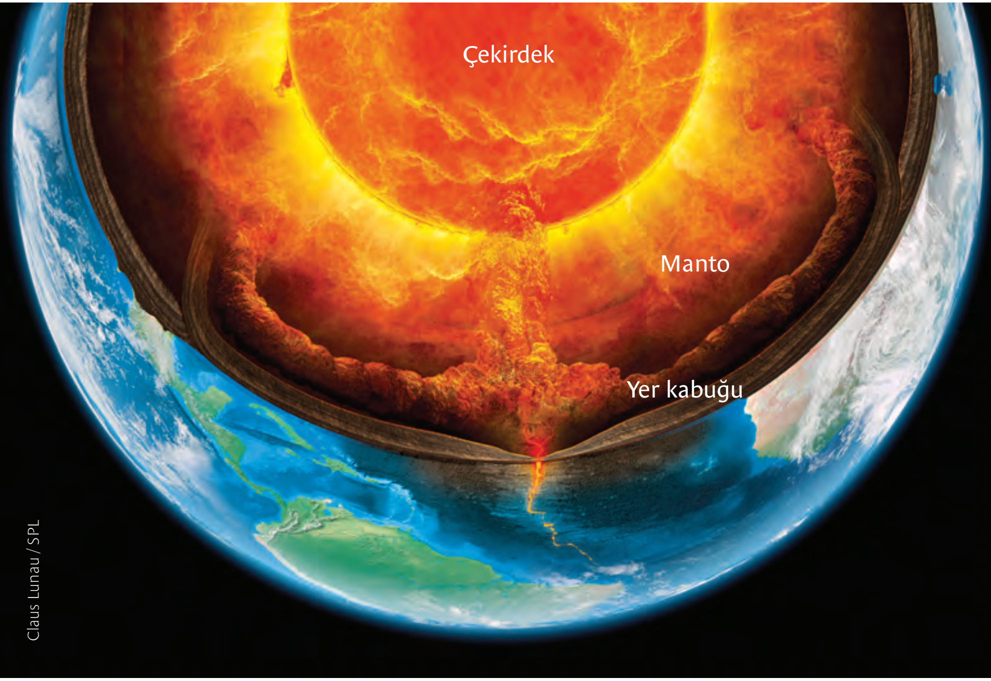
Deprem Işıkları

Pınar Dündar [*TÜBİTAK*

2017 yılının Eylül ayında Meksika'da 8,2 büyüklüğünde bir deprem gerçekleşmiş ve Meksika tarihinin son 100 yılında gerçekleşen neredeyse en büyük deprem olarak kayıtlara geçmişti. Ancak depremin büyüklüğü bir yana, sıradışı bir şey daha vardı: Depremin hemen ardından Mexico City'nin karanlık gökyüzünde beliren ışıklar. Üstelik bu ışıkların kaynağı ne yıldırım ne de bir gök cismiydi.



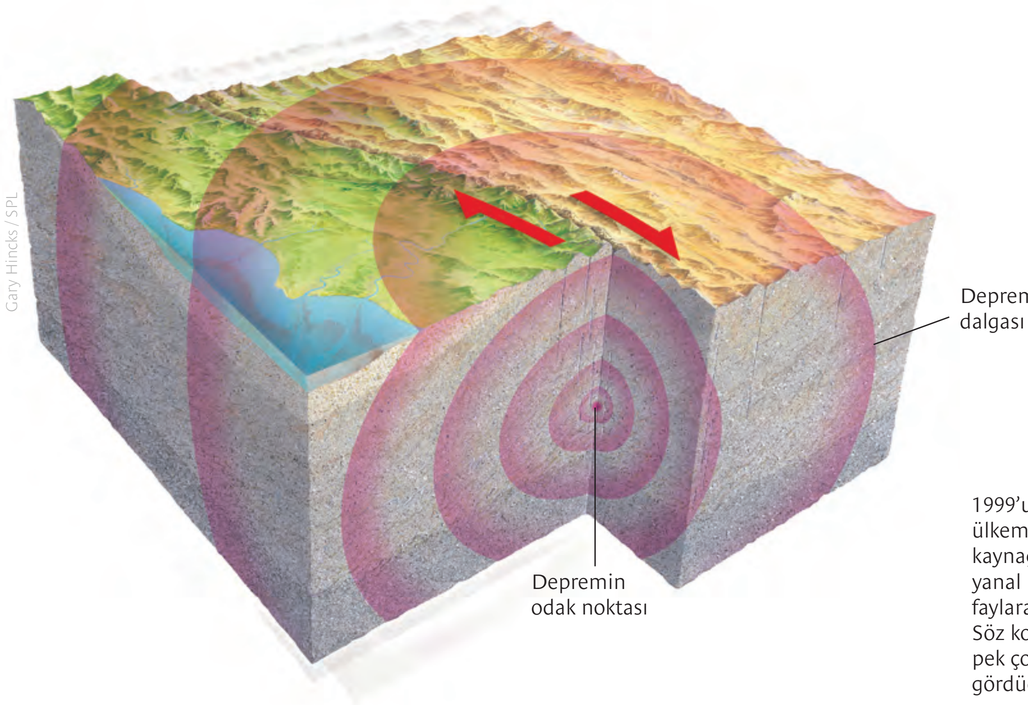
H. Mark Weidman Photography / Alamy



Aslında bir deprem sonrasında gökyüzünde ışıkların fark edildiği ilk olay bu değil. Yüzlerce yıldır insanların havada kaynağı belirsiz ışık kümeleri gördüğüne ve bunları depremlerle ilişkilendirdiklerine dair bilgiler var. Ancak depremin oluşum anından saatler, hatta günler öncesinde görülebildikleri gibi deprem sırasında ve nadiren deprem sonrasında da oluşabilen, bu nedenle "deprem ışıkları" olarak bilinen bu ışıkların kaynağı yıllar boyu gizemli olaylara, meteorlara hatta UFO'lara bağlanmıştı. Yer bilimcilerinin araştırma konuları arasında pek de yer bulmayan bu ışık olayları, 1960'lı yıllarda Japonya'nın Nagano kentinde gerçekleşen depremler ve bu deprem döneminde elde edilen görüntülerle bilim dünyasının dikkatini çekmeye başladı. Sonrasında gelişen teknolojiyle birlikte deprem ışıklarının var olduğu çok sayıda fotoğraf ve video ile de kanıtlandı.

Bir çok kez görüntülenen deprem ışıklarının nasıl oluştuğuna ilişkin farklı görüşler bulunuyor. 2014'te yapılan bir çalışmada, 1600'den 2014'e kadar gerçekleşmiş ve ışık olaylarıyla ilişkilendirilen 65 deprem jeolojik ve sismolojik verilerle birlikte ayrıntılı olarak incelenmiş ve farklı ortamlarda, farklı zamanlarda gerçekleşen bu depremlerin ne gibi ortak özellikleri olabileceği araştırılmış. Hayli geniş bir veri tabanı üzerinden ilerleyen süreç sonucunda araştırmacılar ilginç bir tabloyla karşılaşmış. Deprem ışıklarının yalnızca belirli koşullar altında ve genellikle deprem sonrasında değil de depremin öncesinde ya da deprem sırasında oluştuğu tespit edilmiş. Araştırmacılar bu çalışma sonucun-

Yerküre içten dışa doğru çekirdek, manto ve yer kabuğu olmak üzere 3 tabakadan oluşur. Mantonun üst katmanı ile yer kabuğunun oluşturduğu bölüme litosfer adı verilir. Litosfer, mantonun alt tabakasında bulunan magmanın üzerinde hareket halinde olan tektonik levhalardan meydana gelir. Dünya'da gerçekleşen tüm depremlerin %95'i iki veya daha fazla tektonik levhanın birbirine temas ettiği sınırlarda gerçekleşir. Deprem ışıkları ise büyük oranda kıtasal ayrılma -kıtasal kabuğun üst yüzeyinin, belirli bir bölge ya da kuşak boyunca gerilmesi ve bu gerilme sonucunda kabuğun incelmeye başlaması- olarak bilinen durumun yol açtığı, %5'lik kısmı oluşturan depremlerle ilişkilendiriliyor. %95'lik kısmı oluşturan depremler arasında da, çoğunlukla iki tektonik levhanın yanal olarak ve birbirine ters yönde hareket etmesi sonucu oluşan depremlerde bu tür ışıkların ortaya çıktığı görülmüş. Bu veriler, deprem ışıklarının ancak çok özel koşullar altında ortaya çıktığını gösteriyor.



1999'un Ağustos ayında ülkemizde yaşanan depremin kaynağı olan Kuzey Anadolu Fayı da yanal hareketin gerçekleştiği faylara bir örnek.
Söz konusu depremde de pek çok kişi gökyüzünde ışıklar gördüğünü belirtmişti.

da ışıkların neden yalnızca belirli koşullar altında oluştuğuna dair henüz yeterli veri elde edememiş olsalar da zamanlamaya dair bir açıklama getirebildiklerini söylüyorlar.

Uzmanlara göre ışıkların oluşum süreci yer kabuğunda biriken ve henüz açığa çıkmamış olan gerilimle başlar. Bu gerilim tektonik levhaları hareket etmeye zorlar. Levhalar arasındaki sürtünme kuvveti her ne kadar bu harekete bir süre engel olsa da gerilim zaman içinde sürtünme kuvvetini yener. Bunun sonucunda levhalar hareket eder ve yeraltında biriken enerji açığa çıkarak deprem dalgalarını oluşturur. Bu dalgalar yer kabuğunu oluşturan kayaçlarda gerilme, sıkışma ve bükülmeler meydana getirerek yeryüzünü şekillendirir. Deprem ışıkları da genellikle deprem dalgalarının oluşumuna kadar olan bu süreçte görülür. Uzmanlara göre kayaçlarda gerilim birikmesi, bu kayaçları oluşturan minerallerdeki eksi yüklü oksijen atomu çiftlerinin birbirinden ayrılmasına ve serbest kalan oksijen iyonlarının kayaçtaki çatlaklar arasından elektrik akımı olarak yüzeye çıkmasına neden olur. Yüzeye çıkan çok sayıda yüklü atom bir araya gelerek hava moleküllerini iyonize eder ve ışık yayan bir plazma oluşturur. Araştırmacılar bu olayı "sanki yer kabuğunun yapısında bir batarya var da, o devreye giriyor" diye bir benzetmeyle açıklıyor.



Ancak yer kabuğunda oluşan her gerilim nasıl kayaçlarda kırılmaya ve depreme neden olmuyorsa her deprem de gökyüzünde bu tür ışıklara yol açmıyor. Hatta bu tür ışık olaylarına öyle nadir tanıklık edilebiliyor ki uzmanların tahminine göre bu ışıkları ortaya çıkaran uygun koşullar, gerçekleşen tüm depremlerin neredeyse sadece %5'lik kısmında oluşuyor.

Araştırma ekibinden uzmanların belirttiğine göre deprem ışıkları yere yakın mavimsi alevler, ışık küreleri ve yerden 200 metre yüksekliğe kadar çıkabilen yıldırımlar şeklinde görülebiliyor ve kısa sürede kayboluyor. Kimi zaman depremin merkez üssünden yaklaşık 160 kilometre uzaktan dahi görülebiliyorlar

Bu tür ışıkların depremlerden önce ortaya çıkmasının bazı depremlerin önceden tahmin edilmesine yarayabileceği düşünülse de, uzmanlar henüz böyle bir şey söylemek için çok erken olduğunu, deprem ışıklarının bu kapsamda bir veri olarak değerlendirilebilmesi için öncelikle neden yalnızca belirli koşullarda oluştukları ve belirli kayaç türlerinin olduğu bölgelerde görüldükleri üzerine çok daha ayrıntılı çalışmalar yapılması gerektiğini belirtiyor. ■



Kanada'nın kuzeybatısında yer alan Yukon yerleşim bölgesindeki Tagish Gölü'nü gösteren fotoğrafta görülen küre biçimindeki parlak bölgeler deprem ışıklarının oluştuğu yerler. Fotoğraf 1972'de bölgede yaşayan Jim Conacher tarafından çekilmiş (üstte).



Meksika'da gerçekleşen depremde gökyüzünde beliren ışıkları bir çok kişi videoya çekip sanal ortamda paylaşmıştı. Oluşan parlamanın o sırada gökyüzünü kaplayan alçak seviyedeki bulutlara yansıması ise deprem ışıklarının daha görünür olmasını sağlamıştı.

Kaynaklar

Ketin, H., "San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları arasında bir karşılaştırma", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, e. 19, s. 149-154, Ağustos 1976.

Thériault, R. vd., "Prevalence of Earthquake Lights Associated with Rift Environments", *Seismological Research Letters* , Cilt 85, Sayı 1, s. 159-178, 2014. doi:10.1785/0220130059.http.

https://curiosity.com/topics/earthquakes-can-trigger-lights-in-the-sky-curiosity/

https://www.newscientist.com/article/2147401-mysterious-lights-in-the-sky-seen-after-mexicos-huge-earthquake/

https://news.nationalgeographic.com/news/2014/01/140106-earthquake-lights-earthquake-prediction-geology-science/

https://www.sciencealert.com/strange-earthquake-lights-accompanied-mexico-s-8-2-magnitude-earthquake

https://www.smithsonianmag.com/science-nature/why-do-lights-sometimes-appear-in-the-sky-during-an-earthquake-180948077/

https://gizmodo.com/what-are-those-mysterious-earthquake-lights-popping-up-1802668277

Programlanabilir Malzemeler Kendi Hareketlerini Algılayabiliyor

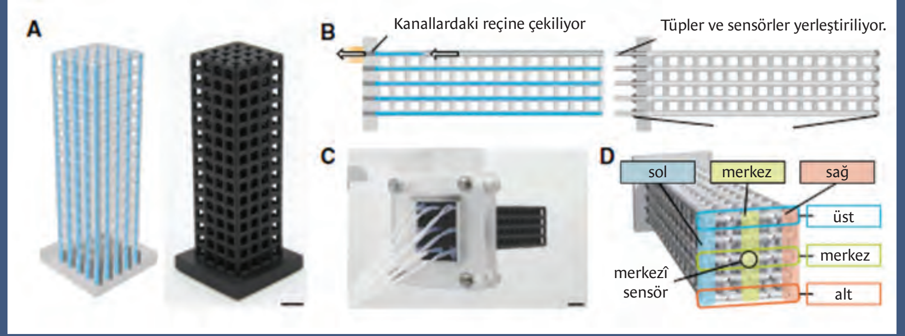
Dr. Tuncay Baydemir [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Dağıtılmış algılama ve programlanmış mekanik özelliklere sahip çok işlevli malzemeler, geliştirilmekte olan pek çok teknolojinin olmazsa olmazı. Ancak mevcut üretim teknikleri malzemelerin tasarıma dayalı algılama özelliklerini sınırlıyor.

Massachusetts Institute of Technology'den (MIT) araştırmacıların yeni geliştirdiği programlanabilir malzemeler ise etkin tasarımları sayesinde kendi hareketlerini algılayabiliyor. Üç boyutlu baskı ile üretilen bu malzemeler, imalat aşamasında doğrudan bünyelerine dâhil edilen sensör ağlarıyla en ufak hareketlerini bile kolaylıkla tespit edebiliyor.

Nasıl hareket ettiklerini ve çevreyle nasıl etkileştiklerini algılamakla kalmayıp buna göre mekanik özellikleri ayarlanabilen bu malzemeler, üç boyutlu baskı teknolojisiyle tek bir aşamada üretildi. Baskı işlemi sırasında hava dolu kanal ağlarından oluşacak şekilde tasarlanan bu yapı sıkıştırıldığında, büküldüğünde veya gerildiğinde söz konusu kanallardaki basınç değişimleri tespit edildi ve malzemenin hareketi hakkında hassas ölçümler elde edildi. Ayrıca örüntülü bir düzene sahip hücrelerden oluşan malzemede hücrelerin boyutu veya şekilleri gibi mekanik özellikler istenildiği gibi değiştirilebiliyor. Örneğin, duruma göre daha yoğun bir hücre yapısı elde edilerek malzeme daha sert ve güçlü hâle getirilebiliyor.

Malzemenin üretiminde özel bir üç boyutlu baskı teknolojisi olan dijital ışık işleme tekniği kullanıldı. Bu yöntemde baskı yapılırken



A) Üç boyutlu kafes yapılar bilgisayarda çizilip üç boyutlu baskı teknolojisiyle üretiliyor.

B) Daha sonra yapıda hapsolmuş ve sertleşmemiş reçine (mavi renkli) vakumlanarak kanallardan çekiliyor ve tüm boşluklara basınç sensörlerine bağlı tüpler yerleştiriliyor. Bu sayede elde edilen son yapının tüm deformasyonları kolay ve oldukça hassas bir şekilde ölçülebiliyor.

C) Sensör yerleştirilmiş yapının arkadan görüntüsü

D) Kafes yapıdaki sensörlerin yerleşimi.

Truby, R.L. ve ark. "Fluidic innervation sensorizes structures from a single build material", *Science Advances*, 8, eabq4385, 2022.

kullanılan reçine bir havuzdan çekiliyor ve ışık ışınlarıyla sertleştiriliyor. Süreç devam ederken ışık görmeyen reçine kanalların içinde akışkan hâlde kalıyor ve sonrasında çeşitli yöntemlerle kanallardan boşaltılıyor.

Araştırmacılar çalışmalarında fonksiyonel geometrik şekillerinden dolayı mekanik açıdan özelleştirilebilen kafes biçimindeki yapılara odaklandılar. Sensörleri yapının dışına yerleştirmek daha basit bir uygulama olsa da bu durumda malzemenin deformasyonuna ilişkin yeterli bilgi sağlanamayabiliyor. Bunun yerine hava dolu kanalların içine yerleştirilen sensörler sayesinde ise yapı hareket ettiğinde, sıkıştırıldığında veya gerildiğinde kanalların deforme olması ile içerideki havanın değişimi basınç değerleri ölçülerek tespit edilebiliyor.

Geliştirilen yöntemin gelecekte gömülü sensörleri sayesinde kendi duruş ve hareketlerini algılayabilen esnek ve yumuşak otonom robotlar tasarlamak veya kişinin çevresiyle etkileşimleri hakkında geri bildirim sağlayabilen giyilebilir akıllı cihazlar üretmek için kullanılabileceğini belirten Ryan L. Truby ve arkadaşları bu önemli çalışmalarını *Science Advances* dergisinde yayımladılar. ■

Kaynaklar

Truby, R.L., Chin, L., Zhang, A. ve Rus, D., "Fluidic innervation sensorizes structures from a single build material", *Science Advances*, 8, eabq4385, 2022.
https://www.sciencedaily.com/releases/2022/08/220810161047.htm

Depremlerden Nasıl Korunmalıyız?

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Türkiye bir deprem ülkesi. Ülkemizde her yıl irili ufaklı binlerce deprem oluyor. Bu depremlerin çoğu zaman farkında bile olmuyoruz, hatta haberini bile duymuyoruz. Ancak bazen depremler büyük yıkımlara sebep olabiliyor, çok sayıda insanın hayatını kaybetmesine yol açabiliyor. Hem deprem öncesinde alacağımız önlemlerle hem de deprem sırasında ve sonrasındaki tutum ve davranışlarımızla can ve mal kayıplarını en aza indirebiliriz.



metamorworks / iStock

Deprem Öncesinde Alınacak Önlemler

Depremlerin cana ve mala verdiği zararın önemli bir kısmının nedeni sarsıntılara dayanamayıp hasar gören binalardır. Bir binanın depreme karşı ne kadar dayanıklı olduğu sadece kendi yapısının sağlamlığına değil aynı zamanda üzerinde bulunduğu zeminin özelliklerine de bağlıdır. Kaygan zeminler üzerinde bulunan yapılar yer sarsıntılarından daha fazla etkilenirler. Bu yüzden zeminin kaygan olduğu bölgeler iskâna açılmamalıdır. Ayrıca gevşek topraklara sahip meyilli araziler de konut inşa etmeye uygun değildir.

Dik yarların yakınına, dik boğaz ve vadilerin içine, çok kar yağan ve çığ meydana gelen yamaçlara bina inşa edilmemelidir. Çünkü depremin tetikleyeceği kaya kopmaları ya da çığ düşmeleri yıkımlara ve can kayıplarına yol açabilir.

Bir binanın yapısı sağlam ve içinde bulunduğu ortam güvenli olsa bile binanın içindeki eşyalar depremler sırasında insanlar için tehlike arz edebilir. Yer sarsıntıları sırasında devrilme ve düşme riski olan dolap, klima, soba gibi eşyalar güvenli bir biçimde sabitlenmelidir. İçerisinde ağır eşyalar bulunan dolapların kapakları sarsıntılar sırasında kendiliğinden açılmayacak biçimde kapatılmalıdır.

Depremden sonra insanların güvenli ve hızlı bir biçimde binayı boşaltabilmeleri için geniş çıkış yolları oluşturulmalıdır. Bu çıkış yollarındaki hiçbir kapı kilitli olmamalıdır ve yollar yeterli miktarda aydınlatılmalıdır. Ayrıca çıkış yolu üzerindeki tüm kapılar dışa doğru açılmalıdır çünkü içe doğru açılan kapılar insanların geçişini zorlaştırır. İçe doğru açılan kapılarla karşılaşınca önce durup kapıyı açmanız gerekir, dışa doğru açılan kapıları ise basitçe itip hiç durmaksızın yolunuza devam edebilirsiniz.

Yangınlar, depremleri takip eden ikincil afetlerdir. Binalarda yangın önlemlerinin alınmış olması gerekir. Yangın söndürme cihazları kolay erişilebilir ve herkes tarafından bilinen yerlerde bulunmalıdır. Ayrıca bu cihazların tek kullanımlık oldukları unutulmamalı, her kullanımdan sonra yeniden doldurulmalı ve periyodik olarak bakımları yapılmalıdır.

Depremden sonra gaz kaçağı ya da elektrik kaçağı olması riskine karşı gaz vanaları ve elektrik sigortaları otomatikleştirilmelidir. Etrafta yanıcı, parlayıcı, patlayıcı, zehirli maddeler varsa dökülmelerini ve etrafa saçılmalarını engelleyecek güvenli kapların içinde tutulmalıdır.

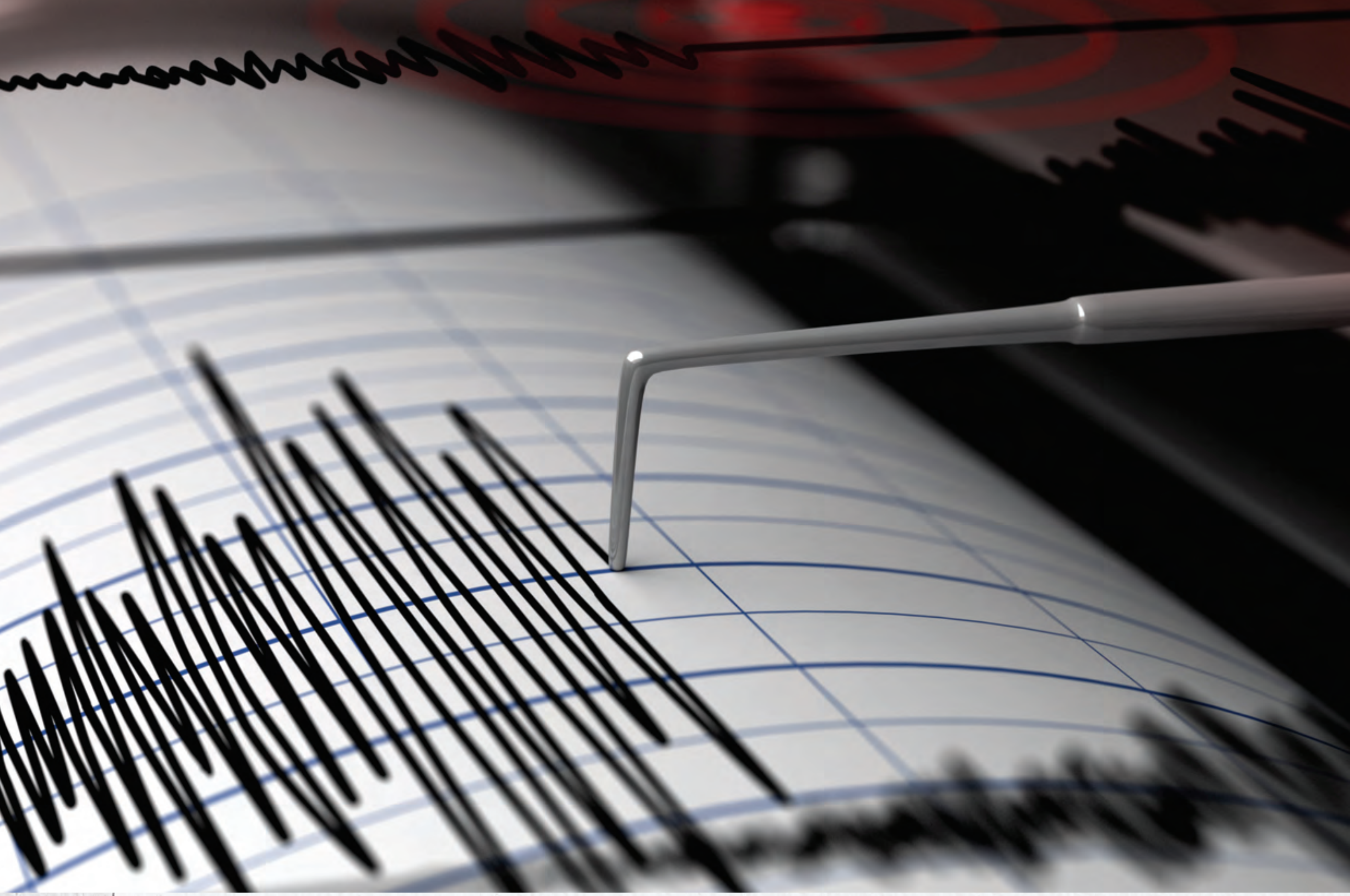
Deprem sonrasında yardım ekiplerinin size ulaşması saatler hatta günler sürebilir. Bu yüzden bir acil durum çantası hazırlamanızda fayda vardır. Bu çantanın içinde en azından mevsime uygun giysiler, düzenli kullandığınız ilaçlar, üç günlük ihtiyacınızı karşılayacak kadar gıda ve su bulunmalıdır.



tada / iStock

Petrovich9 / iStock

LiuNian / iStock



Deprem Sırasında Yapılması Gerekenler

Yer sarsıntısı başladıktan sonra yapmanız gerekenler kapalı mekânlarda mı, açık alanlarda mı, yoksa taşıt içerisinde mi olduğunuza göre değişir. Her durumda yapmanız gereken en temel şey paniğe kapılmayıp bilinçli hareketlerde bulunmaktır.

Kapalı Mekânlarda...

Eğer depreme bir binanın içinde yakalandıysanız ve etrafta sabitlenmemiş dolap, soba ve benzeri eşyalar varsa bu eşyalardan kesinlikle uzak durmalısınız. Sarsıntı devam ederken merdivenlere ve çıkışlara doğru koşmak ya da pencerelere ve balkonlara yaklaşmak çok tehlikelidir. Yapılacak en iyi şey güvenli bir yer bulup dizüstü “çökmek”, başı ve enseyi koruyacak şekilde “kapanmak”, düşme tehlikesine karşı sağlam bir yere “tutunmak” ve sarsıntı geçinceye kadar bu pozisyonda beklemektir.

‘‘Çök-kapan-tutun’’ pozisyonunda beklemek için en güvenli yerler kaymayacak, devrilmeyecek, üzerine düşen cisimlerin ağırlığını taşıyabilecek ve sizin için bir hayat üçgeni oluşturabilecek sağlam eşyaların yanı olabilir.

Açık Alanlarda...

Yer sarsıntısı başladığında açık alandaysanız binalardan, elektrik hatlarından ve duvar diplerinden uzaklaşın. Ayrıca toprak kayması ya da kaya ve taş düşmesi gibi tehlikelere karşı yamaçların altında durmayın.

Depremlerden sonra deniz yakınında bulunmak da tehlikelidir. Tsunami ihtimaline karşı kıyılardan uzaklaşılmalı ve eğer mümkünse yüksek kesimlere doğru hızlıca gidilmelidir. Eğer depreme denizde seyir hâlindeyken yakalanırsanız rotanızı açık denize doğru çevirmelisiniz.

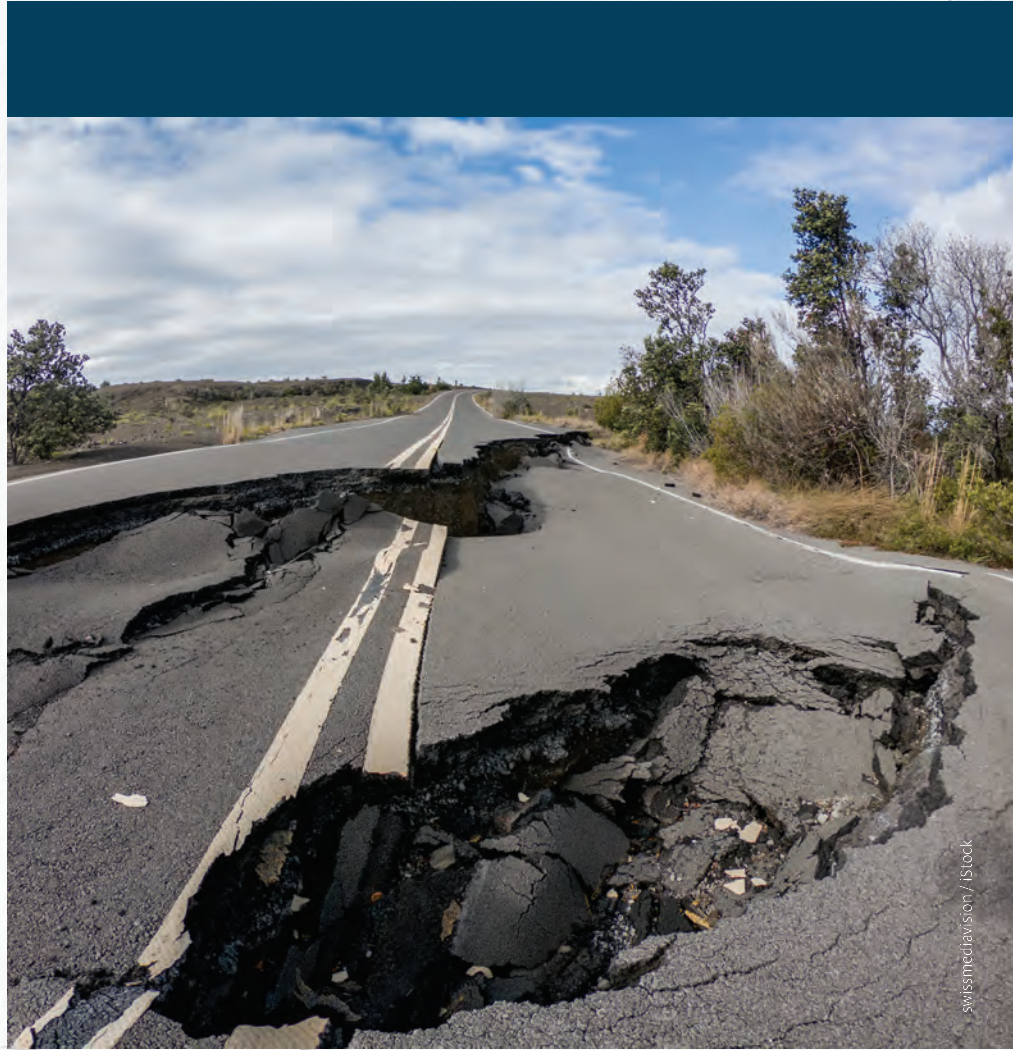
Araç İçerisinde...

Yer sarsıntısı başladığında araçla seyir halindeyseniz ve bulunduğunuz yer binalardan, enerji nakil hatlarından, direklerden uzaktaysa önce aracı kenara çekmeli ve sarsıntı bitinceye kadar beklemeli, daha sonra anahtarı kontağın üzerinde bırakarak aracı terk etmeli ve açık alanlara gitmelisiniz.

Eğer sarsıntı başladığında meskûn mahaldeyseniz aracı hemen durdurmalı ve trafikten uzak güvenli bir bölgeye gitmelisiniz.

Depreme bir kapalı otoparkta ya da bir tünelin çıkışa uzak bir yerinde yakalanırsanız yapılacak en iyi şey aracın dışına çıkıp, çök-kapan-tutun pozisyonunda beklemektir. Bu aracın içinde kalmaya kıyasla çok daha güvenlidir. Çünkü aracın içinde kalmanız durumunda aracın üzerine düşecek tünel ve tavan parçaları size zarar verebilir. Aracın yanında pozisyon alırsanız, aracınız ezilse bile, belki sizin için bir hayat üçgeni oluşturacaktır.

Eğer depreme metro ve tren gibi bir toplu taşıma aracında yakalanırsanız, yapılacak en iyi şey sarsıntı sırasında sağlam bir yere tutunmaktır.



swissmediavision / iStock

Deprem Sonrasında Yapılması Gerekenler

Sarsıntı bittikten sonra ilk önce güvende olduğunuzdan emin olun, daha sonra çevrenizde yardıma ihtiyacı olan birisi olup olmadığını kontrol edin.

Eğer deprem sırasında kapalı bir mekândaysanız dışarıya çıkıp güvenli bir açık alana gitmeden önce, sobaları ve diğer ısıtıcıları söndürün, vanaları ve elektriği kapatın, etrafa saçılmış yanıcı ve parlayıcı maddeler varsa temizleyin. Kesinlikle kibrit ya da çakmak yakmayın, elektrik düğmelerine dokunmayın. Çıkışa koşmadan önce yerinden oynamış ahizeleri telefonların üzerine koyun ve acil durum çantanızı yanınıza almayı unutmayın. Binadan çıkarken daha önceden belirlenmiş rotalardan ilerleyin, asansörü kesinlikle kullanmayın.



inomasa / iStock

Dışarıya çıktıktan sonra araç kullanarak uzaklaşmaya çalışmayın, cadde ve sokakları acil yardım ekipleri için boş bırakın. Güvenli bir bölgeye giderken binalardan, enerji nakil hatlarından ve direklerden uzak durun.

Depreme metro ya da trende yakalandıysanız, sarsıntıdan sonra taşıtın içinde kalmak daha güvenlidir. Çünkü dışarı çıkıldığında elektriğe kapılma ya da yan hatlardan gelen trenlerin altında kalma riski vardır. Metro ya da tren personeli tarafından dışarı çıkmanın güvenli olduğu söyleninceye kadar trenlerin içinde beklemeye devam edin.

Depremi sorunsuzca atlattıysanız, kendi güvenliğinizi sağladıktan sonra yaşlı, bebek ya da hamile gibi özel ilgiye ihtiyacı olan afetzedelere yardım edin. Kurtarma ekiplerine yardımcı olun, yardım çalışmalarına katılın.

Eğer depremden sonra enkaz altında kaldıysanız ve hareketleriniz kısıtlandıysa hayatta kalmak için en çok ihtiyacınız olan şey enerjidir. Gereksiz hareketlerden kaçınarak enerjinizi tasarruflu kullanın.

Bağırabiliyorsanız sesinizi kurtarma ekiplerine duyurmaya çalışın. El ve ayaklarınızı kullanabiliyorsanız gürültü çıkararak yerinizi belli etmeye çalışın.

Depreme dayanıklı binalar inşa etmek depreme karşı alınması gereken en önemli tedbirlerden biridir. Depremleri en az hasarla atlatmak için sadece almamız gereken önlemleri okuyup öğrenmemiz değil, aynı zamanda bu öğrendiklerimizi hiç zaman kaybetmeden uygulamamız da gerekiyor. ■

Kaynak

https://www.afad.gov.tr/deprem-oncesi-ani-ve-sonrasi-alabileceginiz-onlemleri-biliyor-musunuz

nasenmann / iStock

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Deprem

Dünyanın aktif deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde olan ülkemizin yüz ölçümünün % 42'si birinci derece deprem kuşağında yer alıyor.

En yıkıcı doğal afetlerden biri olan depremle ilgili az bilinenleri sizler için derledik.



Robert Mallet (1810-1881)

Modern sismolojinin babası İrlandalı Robert Mallet 1849'da dünyanın ilk sismolojik deneyini yaptı: Şok dalgalarının kayadan ve başka malzemelerden nasıl geçtiğini test etmek için sahile gömdüğü barut fıçılarını patlattı.

Sismoloji terimi deprem anlamına gelen Yunanca "*seismos*" ve bir şey hakkında konuşmak anlamına gelen "logos" kelimelerinin birleşiminden oluşur.

Sarsıntıları inceleyen ilk kişi Mallet değildi. Örneğin MÖ 4. yüzyılda Aristoteles'e göre yeryüzü sarsıntılarına yeraltı boşluklarındaki hava hareketleri neden oluyordu.

MS 2. yüzyılda Çin'de Zhang Heng insanların hissetmediği sarsıntıları bile tespit edebilen ilk sismografı icat etti.

1755'te Lizbon (Portekiz) yakınlarında olan büyük bir deprem Finlandiya'dan bile hissedildi. Bu deprem, ses dalgalarının hava boyunca hareket etmesi gibi enerji dalgalarının da tek bir noktadan çıkarak kaya boyunca hareket ettiğini düşündürdü.

Araştırmacılar bugün cisim dalgaları (yerküre içinde hareket eden dalgalar) ve yüzey dalgaları olarak sınıflandırılan sismik dalgaları 20. yüzyılın başlarında anlayabildi.

Köpekler, bizim kulaklarımızın duyamadığı çok yüksek frekanslı P dalgalarını duyabiliyor. Bu yüzden, depremlerden hemen önce köpeklerin havladığına dair çok sayıda bildirim var.

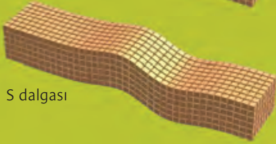


P dalgaları cisim dalgalarının bir tipidir. Bazen birincil ya da sıkışım dalgası olarak da adlandırılıyor. Diğer dalgalardan daha hızlı yol alıyor ve deprem sırasında ilk tespit edilen dalga tipi olarak biliniyor.

P dalgaları, parçacıkları sıkıştırır ve enerjinin ilerlediği yönde hareket ettirir.

Cisim dalgalarının diğer bir tipi olan S (ikincil) dalgaları daha yavaştır ve parçacıkları dalganın kendisine dik yönde, ya aşağı yukarı ya da yanlara doğru hareket ettirirler.


P dalgası


S dalgası

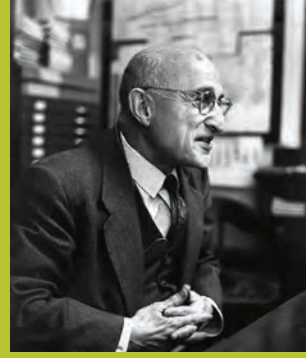
Sadece dünya yüzeyinde veya dünya yüzeyine yakın ilerleyen yüzey dalgaları aslında en çok hasara neden olan dalgalardır. Bu dalgalar cisim dalgalarından daha yavaş hareket eder fakat hareketleri sırasında enerjilerini kaybetmezler.

Günümüzde sismik dalgalar artık anlaşılmış olsa da bilim büyük depremler sırasında ya da öncesinde gökyüzünde görüldüğü bildirilen çok renkli ışıkları henüz açıklayamıyor. Deprem ışıklarının görülmesi MÖ 4. yüzyıla dayanıyor.



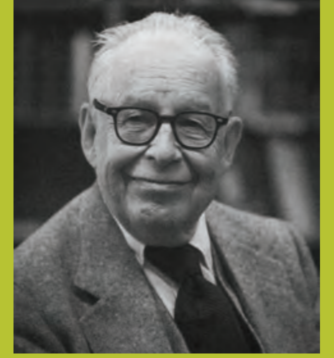
2014'te *Seismological Research Letters* dergisinde yayımlanan çalışmada deprem ışıklarının, büyük sarsıntılardan önce stres arttıkça fay hattında oluşan pozitif yüklerin bir sonucu olabileceği söyleniyor.

Büyük depremler çoğunlukla tektonik plakaların kavuştuğu yerlerde, bu plakalar gezegenin yüzeyinde hareket ettiğinde oluşur. İnsanların fark etmediği pek çok küçük deprem ise nükleer silah denemeleri, madencilik, volkanik faaliyete bağlı olarak magmanın yükselmesi gibi nedenlerle gerçekleşir.


Beno Gutenberg (1889-1960)

Magma yüzeye çıkarken yerkabuğunu kırabilir ya da mevcut çatlakları genişletebilir. Bu süreç, petrol ve gaz çıkarılırken yeraltına pompalanan atık suyun küçük ölçekli sismik olaylara neden olmasına benzer.

Tektonik olmayan depremlerin Richter ölçeğine göre büyüklüğü genellikle 3 ve daha düşüktür. Richter ölçeği Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde çalışan Charles Francis Richter ve Beno Gutenberg adlı


Charles Francis Richter (1900-1985)

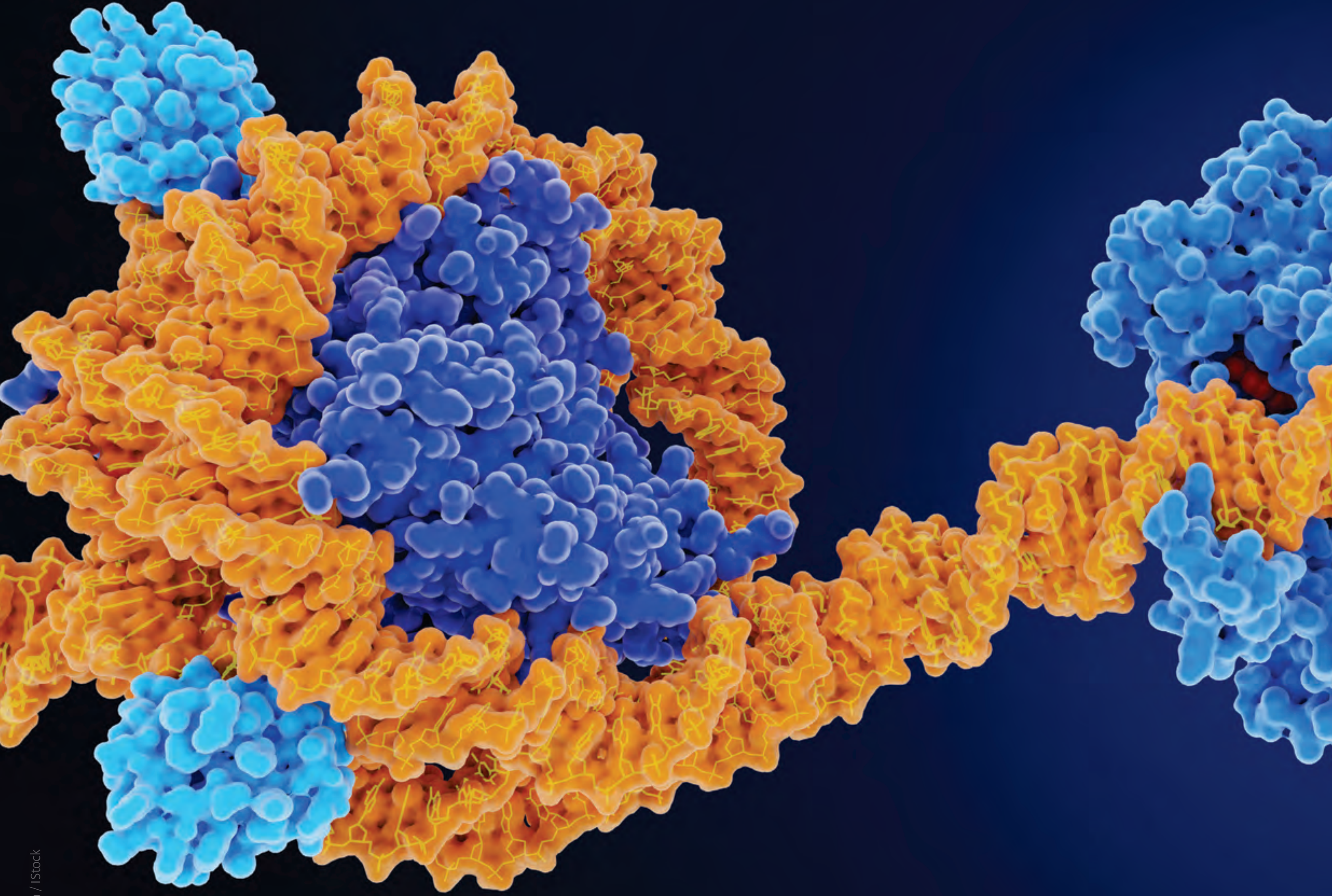
iki araştırmacı tarafından 1935'te geliştirilen, bir depremin büyüklüğünü ve sarsıntı oranını ölçmek için kullanılan bir ölçek.

Gutenberg-Richter yasası hem sismoloji hem de jeofizik için temel oluşturur. Bu yasa bir bölgede meydana gelen depremlerin sayısı ile Richter ölçeği arasındaki ilişkiyi ortaya koyan matematiksel ifadedir.

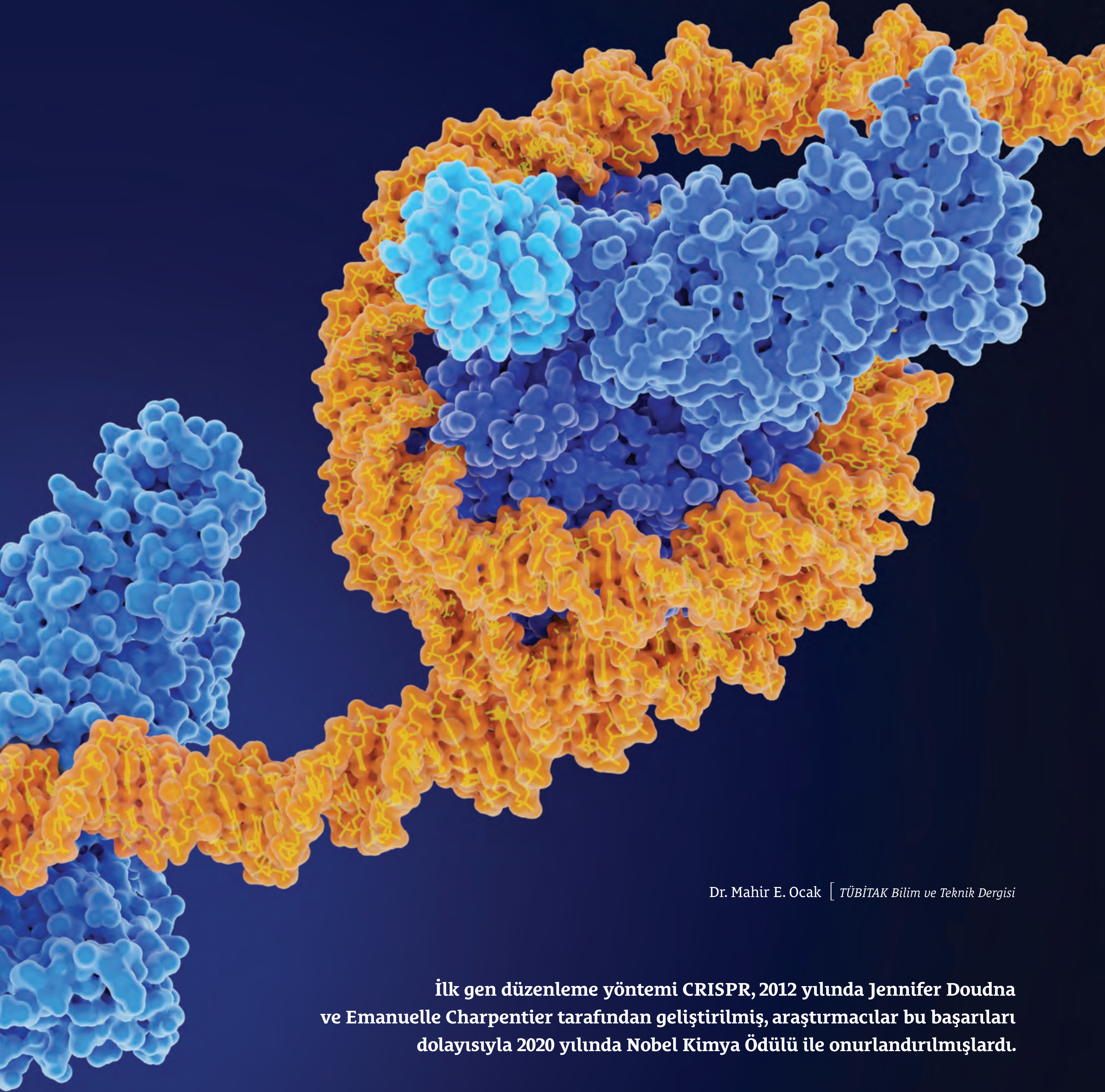
http://discovermagazine.com/2017/may-2017/20-things-you-didnt-know-about–earthquakes



Genetik Hastalıkların Epigenetik Düzenlemelerle Tedavisi



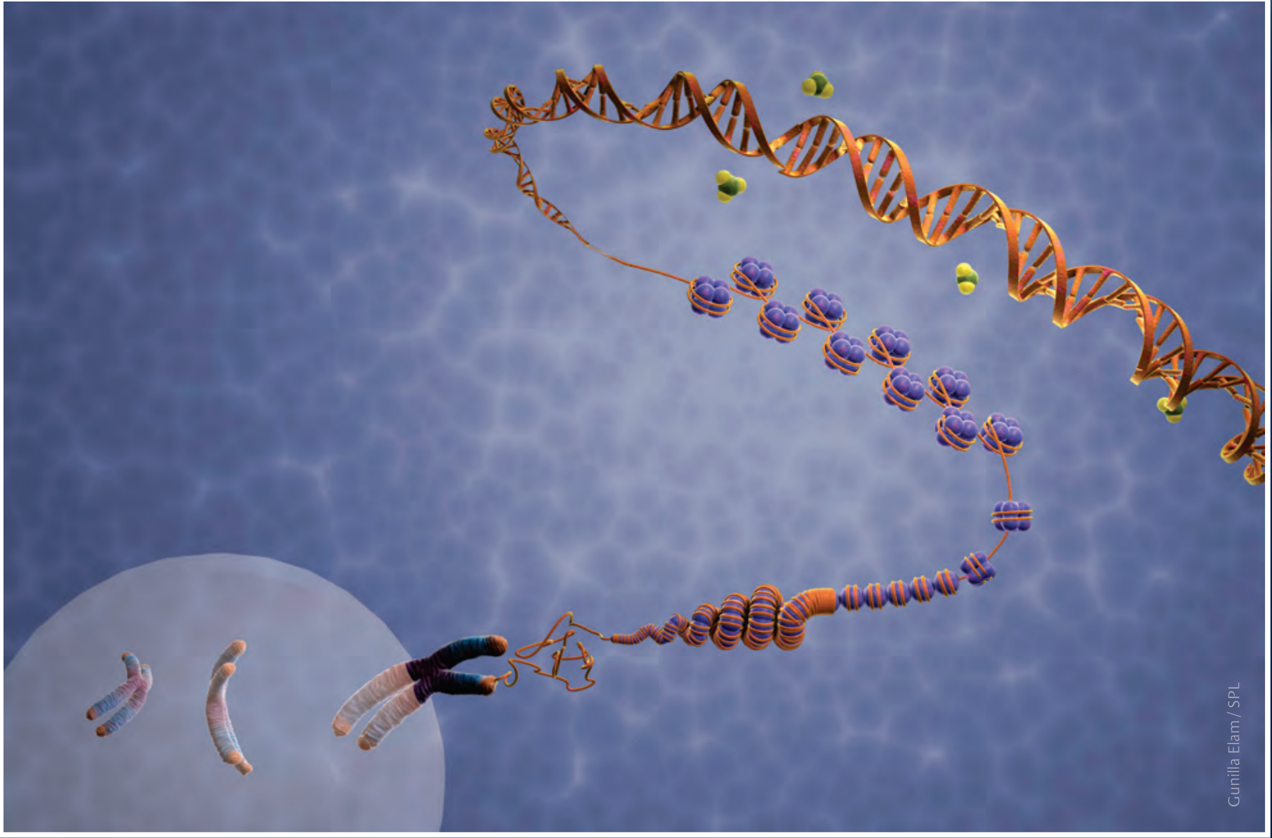
Selvanegra / iStock



Dr. Mahir E. Ocak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

İlk gen düzenleme yöntemi CRISPR, 2012 yılında Jennifer Doudna ve Emanuelle Charpentier tarafından geliştirilmiş, araştırmacılar bu başarıları dolayısıyla 2020 yılında Nobel Kimya Ödülü ile onurlandırılmışlardı.

Pek çok hastalığın kökeninde genetik sorunlar yatar. Gen düzenleme yöntemlerinin uygulama alanlarından biri de hastalıkların tedavisidir.



Her ne kadar yeni bir yöntem olsa da gen düzenlemeyle tedavi konusunda önemli ilerlemeler kaydedildiğini söyleyebiliriz. Örneğin geçtiğimiz yıllarda orak hücre anemisi, Akdeniz anemisi, LCA (körlüğe neden olan kalıtsal bir göz hastalığı), transtiretin amiloidoz (bozuk biçimli proteinlerin vücutta biriktiği bir tür hastalık) gibi çeşitli hastalıkların gen düzenleme yöntemleriyle tedavisi konusunda umut verici sonuçlar elde edildi.

Gen düzenleme ile tedavi üzerine yapılan çalışmalarda, DNA diziliminde değişiklikler yapılır. Ancak hastalıklara neden olan genetik etkenler sadece DNA dizilimindeki sorunlar değildir. Epigenetik değişiklikler de hastalıklara neden olabilir.

Epigenetik, yaşam sırasında genlerde meydana gelen ve gen ifadesini etkileyen kimyasal değişikliklerle ilgilenen bilim dalıdır. Sigara içmek, yüksek radyasyona ya da zehirli maddelere maruz kalmak gibi etkenler, genlerde kimyasal değişikliklere yol açabilir ve bu kimyasal değişiklikler geçici ya da kalıcı olabilir. Hatta epigenetik değişikliklerin bazıları sonraki nesillere aktarılabilir.

Genlerde meydana gelen epigenetik değişiklikler gen ifadelerini etkiler ve bu durum bazen sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olur. Örneğin aynı DNA dizilimine sahip tek yumurta ikizlerinden biri kansere yakalanırken diğeri yakalanmıyorsa sebep büyük olasılıkla epigenetiktir.

Genetik hastalıkların tedavisi için üzerine çalışmalar yapılan yeni bir alan da epigenetik düzenlemeler. Bu konu üzerine yapılan araştırmalarda DNA dizilimlerine değil gen ifadelerine müdahale edilerek çeşitli genetik hastalıklara çare bulunmaya çalışılıyor.

Epigenetik düzenlemelerle hastalık tedavisi konusunda önemli bir gelişme yakın zamanlarda yaşandı. Şikago'daki Illinois Üniversitesinden Dr. John Peyton Bohnsack ve arkadaşları, fareler

üzerinde yaptıkları deneylerde, alkol bağımlılığının epigenetik değişikliklerle tedavisi konusunda umut verici sonuçlara ulaştıklarını açıkladılar.

Genç yaşlarda alkol kullanmanın amigdalayı etkilediği biliniyor. Hem insanlar hem de kemirgenler üzerinde yapılan çalışmalar, genç yaşlarda alkol kullanımının beynin amigdala bölgesindeki Arc geninin ifadesinin azalmasına neden olduğunu gösteriyor. Beyindeki amigdala bölgesinin endişe, öfke, sinirlenme gibi duygusal tepkilerde rolü vardır. Amigdalada Arc geninin ifadesinin azaldığı insanlar ise alkol bağımlılığına karşı daha meyilli olurlar.

Detayları *Science Advances*'ta yayımlanan araştırmada ilk olarak genç farelere alkol verilmiş ve fareler yetişkinliğe ulaşana kadar beklenmiş. Daha sonra amigdalalarında Arc geninin ifadesi azalan fareler üzerinde deneyler yapılmaya başlanmış. Araştırmacılar CRISPR yönteminde değişiklikler yaparak geliştirdikleri bir epigenetik düzenleme yöntemini kullanıp, farelerdeki Arc geninin ifadesinin artmasını sağlamışlar. Sonuçta gen ifadesi normale dönen farelerin daha az alkol tükettiği ve davranış testlerinde daha az endişeli oldukları görülmüş. Tedaviden sonra farelerin alkol tüketiminin yeniden artmaya başladığına dair bir bulguya da ulaşılamamış. Bu yüzden tedavinin etkilerinin uzun süreli olduğu düşünülüyor.

Gözlemlenen değişikliklerin gerçekten de uygulanan tedavinin sonucunda gerçekleştiğinden emin olunması için çeşitli kontrol deneyleri de yapılmış. Gençliğinde alkole maruz kalmamış, sağlıklı farelerin genlerine yine aynı epigenetik yöntemi kullanılarak müdahale edilmiş ve bu kez Arc geninin ifadesinin azalması sağlanmış. Sonuçta farelerin daha endişeli davranışlar sergilediği ve daha fazla alkol tükettiği gözlemlenmiş.

Elde edilen sonuçlar epigenetik yöntemlerin alkol bağımlılığı tedavisinde yararlı olabileceğini gösteriyor. Ancak aynı yöntemlerin insanlar üzerinde de denenmesi şu an için uzak bir hedef olarak görülüyor. İlk olarak, Arc geni, düzenleyici olarak adlandırılan türdeki genlerin bir örneği. Bu genler genlerin ifadelerinin kontrol edilmesinde rol alıyor. Dolayısıyla Arc geninin ifadesine müdahale etmenin önceden tahmin edilemeyen sonuçları olabilir. İkinci olarak, alkol tüketiminin etkilediği onlarca gen var. Arc bu genlerden sadece biri. Alkol tüketiminin etkilediği tüm genlere aynı anda müdahale etmekse hem kolay değil hem de sorunlara sebep olabilir. Üçüncü olarak, epigenetik müdahalelerin etkilerinin ne kadar uzun süreceği bilinmiyor. Sonuçta insanlardaki alkol bağımlılığının epigenetik yöntemlerle tedavi edilebilmesi için gelecekte de pek çok araştırma yapılmasına ihtiyaç var.

Epigenetik yöntemlerle tedavi yeni gelişmeye başlamış bir araştırma alanı. Gelecekte genetik hastalıklardan kansere kadar pek çok sağlık sorunu epigenetik araştırmalara konu olacaktır. ■

Koruyucu Kaplama Malzemesi ile Yüzeydeki Çiziklere Elveda

Dr. Tuncay Baydemir | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

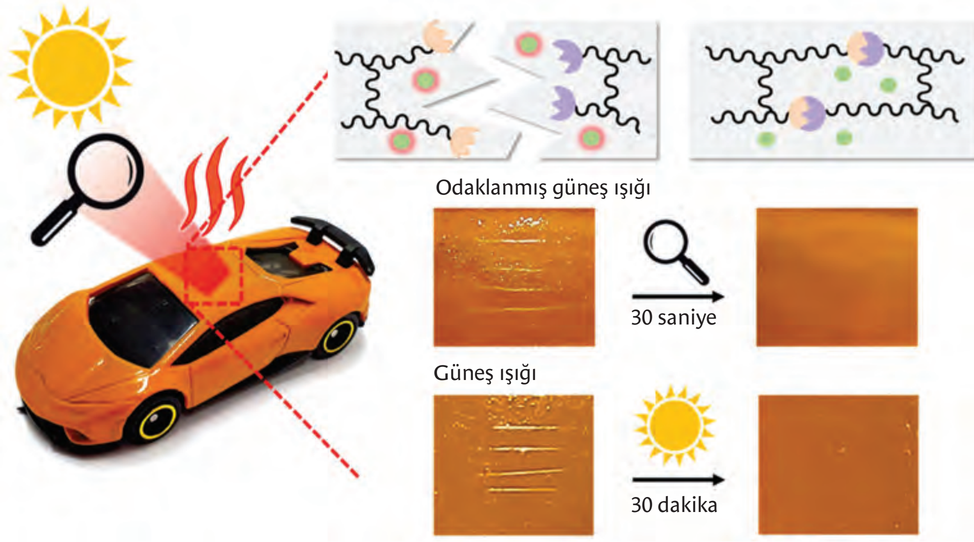
Araştırmacılar güneş ışığına maruz bırakıldığında 30 dakika içerisinde kendi kendini iyileştirebilen şeffaf bir koruyucu malzeme geliştirmeyi başardılar. Hatta büyüteç gibi güneş ışığını odaklayabilen bir araç kullanıldığında malzeme 30 saniye gibi kısa bir sürede kendi kendini onarabildi.

Kore Kimyasal Teknoloji Araştırma Enstitüsündeki araştırmacılar tarafından yapılan çalışma *ACS Applied Polymer Materials* dergisinde yayımlandı. Bu malzeme, ticari olarak kullanılan koruyucu kaplama malzemelerinden daha iyi performans sergiliyor ve yalnızca güneş ışığı yardımıyla çiziklerini kendi kendine onarabiliyor.

Son yıllarda kendi kendini onaran koruyucu kaplamalar otomobiller ve elektronik ürünler gibi estetiğini koruması beklenen yüksek fiyatlı ürünlerin ömrünü uzatmak için hem araştırmacılar hem de üreticiler tarafından rağbet gören bir konu oldu. Geleneksel çizik giderme yöntemlerinde tüm kaplama üzerinde işlem yapılması gerekirken yeni nesil kaplamalarda böyle bir işleme ihtiyaç duyulmuyor. Böylece maliyet de düşürülüyor.

Koruyucu kaplama malzemelerinin dış etkenlere karşı dayanıklı olmasının yanında ürünün orijinal renginin görünebilmesi için renksiz ve şeffaf olması da gerekiyor. Malzeme geliştirirken tüm bu özelliklere ek olarak kendi kendini onarmasının da sağlanması hayli zor. Serbest moleküler hareketliliğe sahip malzemelerle bunu başarırken dış etkenlere dayanım önemli ölçüde düşüyor. Diğer yandan yüksek sertliğe ve dayanıklığa sahip malzemeler söz konusu olduğundaysa dış etkenlere dayanım artarken malzemenin kendini iyileştirme performansı azalıyor.

Araştırmacılar bu çalışmalarında dinamik polimer ağlar (DPN) olarak adlandırılan malzeme sınıfından faydalandılar. DPN'lerin en önemli özelliği hem mekanik hem de kendini iyileştirme özelliğini bir arada sergileyebilmeleri. Bu malzeme sınıfı ısı, ışık, mekanik kuvvet, manyetizma ve pH değişiklikleri gibi çeşitli dış uyaranlara yanıt veriyor ve tekrarlayan ağ şeklindeki karmaşık yapılarını ayrıştırıp yeniden birleştirme kabiliyeti taşıyor. Bu sayede



Son, D.H ve ark., *ACS Applied Polymer Materials*, 2022, 4, 5, 3802-3810

Prototip bir araç yüzeyine uygulanan koruyucu film, güneş ışığı sayesinde kendini onarabiliyor.

yüksek bir kendini iyileştirme performansı sergiliyor. Bu yöntemde uyarıcı dış etken olarak güneş ışığı tercih edildi, böylece malzeme güneşe maruz kaldıkça yenilenme süreci kendiliğinden gerçekleşiyor.

Çalışmada hâlihazırda piyasada mevcut bir ticari kaplama reçinesine dinamik kimyasal bağlar içeren üre türevi bir malzeme eklendi ve güneş ışığının soğurulması için de bunlar şeffaf bir fototermal boya ile birlikte kullanıldı. Yakın kızılötesi ışığı soğuran organik bazlı bu fototermal boyanın, diğer boyalarla homojen bir şekilde karışabilmesinin yanı sıra renksiz ve düşük maliyetli olması önemli avantajları arasında gösteriliyor. Ayrıca güneş ışığının yaklaşık olarak %10'undan daha azını oluşturan dalga boylarını soğurduğu için de malzemenin kendini onarması sağlanırken aynı zamanda yüzeyin aşırı ısınması da engelleniyor.

Araştırma ekibi geliştirdikleri malzemeyi prototip araçlar üzerine uyguladı ve yüzey çiziklerinin 30 dakika güneş ışığına maruz bırakıldığında ortadan tamamen kaybolduğunu gördü. Ayrıca ışık yoğunluğunun artırılması ile onarma sürecinin bir dakikadan daha az sürelerde gerçekleştiği de tespit edildi. Güneş ışığı malzeme tarafından emildiğinde yüzey sıcaklığı artıyordu ve bu artan sıcaklık malzemenin ağ yapısındaki kimyasal bağların yeniden oluşmasına ve malzeme bütünlüğünün tekrar sağlanmasına yol açıyordu.

Kim ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve kendi kendini onarma kabiliyetine sahip bu teknolojik kaplama malzemesinin ulaşım araçlarında, telefon ve bilgisayar gibi elektronik cihazlarda ve yapı malzemelerinde yaygın bir şekilde kullanılması öngörülüyor. Böylece yüzey yenileme ve boyama işlemleri için doğaya zararlı malzeme ve çözücülerin kullanımının azaltılarak sıfır karbon hedefine katkı sağlanması da bekleniyor. ■

Kaynaklar

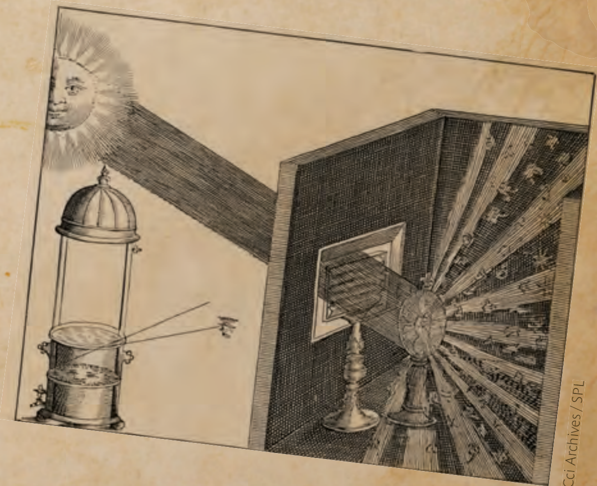
Son, D.H., Bae, H.E., Bae, M.J. ve ark., "Fast, Localized, and Low-Energy Consumption Self-Healing of Automotive Clearcoats Using a Photothermal Effect Triggered by NIR Radiation", *ACS Applied Polymer Materials*, 4, 3802-3810, 2022.
https://phys.org/news/2022-08-coating-material-self-heals-minutes-exposed.html

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR

Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Modern Dönemdeki Optik Çalışmaları: Kırınım

Doğada olup biten değişimlerin nedeninin kütle çekimi kuvveti olduğunu gösteren Isaac Newton (1643-1727), aynı zamanda ışığın ve rengin doğasının deneysel açıklamasını da ilk kez yapan kişi olmayı başarmıştı. Ona göre ışık ışınları kendisi ışık kaynağı olan nesnelerden küçük yuvarlak parçacıklar hâlinde çıkıyor, düz çizgiler boyunca yayılıyor ve mekanik yasalara tabi olarak hareket ediyordu. Renkler beyaz ışığın mahiyetinde, doğasında veya içeriğinde zaten bulunuyordu, hem zaten cam bir prizmaya düşürülerek ayrıştırıldığında bu açıkça görülüyordu. Çünkü her bir renk prizmada ona karşılık gelen bir kırılma açısına bağlı olarak ortaya çıkıyor, bu renk ikinci bir prizmaya düşürüldüğünde ise kırılmaya uğramasına karşın, kendisinden başka renklerin oluşmasına izin vermiyordu.

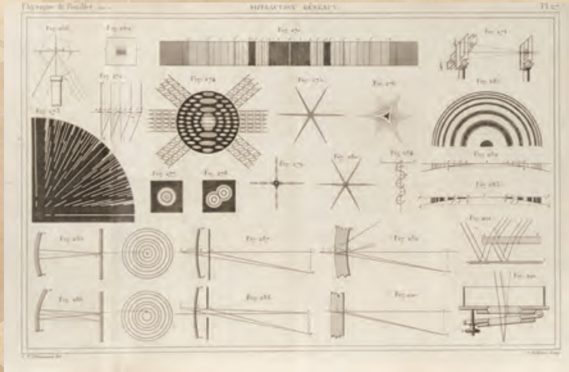

Cci Archives / SPL



The History Collection / Alamy

Francesco Maria Grimaldi (1618-1663)

Bu önemli tespitinin bir parçası olarak rengin oluşumunda ışığın belirli kırılabilirlik açılarının söz konusu olduğunu göstermiş, renk fenomeninin de matematiksel yolla açıklanabileceğini kanıtlamıştı. Onun bu keşiflerini içeren açıklamaları bilim tarihinde "ışığın parçacık modeli" olarak adlandırıldı ve rakip bir açıklama olarak "dalga modeli" ileri sürülünceye kadar bilim dünyasında kabul edildi. Bununla birlikte, aslında Newton'un görüşleri yaygın kabul görmeden kısa bir süre önce ışığın yayılımına ilişkin bazı ışık deneyleri, onun açıklamalarının yetersizliğini ortaya koymuştu. Ancak bu durum bilim insanlarınca hemen dikkate alınmadı. Bunun nedeni bilgi noksanlığından daha çok, Newton'un düşüncelerini kuramsal olarak çok iyi temellendirmesi, gözlemlediği durumların deneysel doğrulamasını yapması ve tüm bunları matematiksel yollarla ifade edebilmiş olmasıydı. Parçacık kuramına aykırılık taşıdığı gözlemlenen fenomenlerden biri karanlık odada bir ışık demetinin önüne opak, yani geçirgen olmayan, bir nesne konulduğunda arka kısmında oluşan gölgenin eştürel (homojen) olarak aynı koyulukta olmadığının fark edilmesiydi. Bu gözlemlenen duruma optik tarihinde "kırınım" adı verildi. Diğeri ise benzer şekilde küçük bir delikten karanlık bir odaya düşürülen ışık demetinin önüne, yine geçirgen olmayan ve üzerinde çok küçük iki delik bulunan bir nesne konulduğunda, arka kısımda oluşan ve üst üste binmiş iki ışık demetinin bu kez parlaklığının eştürel olmadığının belirlenmesiydi. Bu fenomene de optik biliminde "girişim" adı verildi. Peki bu iki fenomenin neden parçacık kuramıyla uygunluk taşımadığı düşünüldü?


King's College London / SPL

Optik kırınım deneylerinin diyagram örnekleri

Kırınımın Keşfi

Değişik zamanlarda farklı bilim insanlarınca gözlemlenmiş olsa da her iki fenomeni de ilk kez ışığın doğru çizgiler boyunca yayıldığını deneysel olarak göstermek isteyen Francesco Maria Grimaldi (1618-1663) adlı bir bilgin, düzenlediği bir karanlık oda deneyinde fark etti. Karanlık odaya giren ışık demetinin önüne ahşap bir blok yerleştirdi. Beklendiği gibi ahşap blokun arkasında gölge oluştu. Bir perde üzerine düşürdüğü gölgeyi



İbnü'l-Heysem (965-1039)

yakından incelemeye karar veren Grimaldi, gözlemlerini detaylandırdığında gölgenin eştürel nitelikte olmadığını, aksine gölgenin renkli şeritlerce sınırlandığını fark etti. Işık düz çizgiler biçiminde yayılıyor olsa böyle bir durum ortaya çıkmamalıydı. Zaten çok eskilerden beri yapılan incelemelerde de hep gölgelerin eştürel olduğu söylenmişti. Grimaldi bu bilgiden hareketle gözlemlerini anlamlandırmaya çalıştı. Bu çok doğaldı, çünkü gerçekten de gölgelerin incelenmesi çok eskilere dayanıyordu. Hatta İslâm dünyasında İbnü'l-Heysem (965-1039) başta olmak üzere konuyla ilgilenen çok sayıda bilim insanı vardı. Konuya duyulan bu ilginin nedeni ise aslında ışık ışınlarının doğru çizgiler boyunca yayıldığı düşüncesini deneysel olarak kanıtlamaktı. Hatta İbnü'l-Heysem "Gölgelerin Nitelikleri" (Keyfiyet el-Ezlâl) başlıklı bir de makale kaleme almıştı. Ama anlattıklarına dayanarak onun amacı ışığın doğrular boyunca yayıldığını göstermekten ibaretmiş gibi görünmektedir. Zira ışığın doğrusal yayılımının kanıtlanmasına ilişkin açıklamalardan daha fazla bir değerlendirmede bulunmamıştır. Grimaldi ve çağdaşı olan bazı bilim insanları İbnü'l-Heysem'in çalışmalarından haberdardılar. Çünkü onun bugün bile ünü devam eden *Kitâb el-Menâzır* (Optik Kitabı) başlıklı eseri o yıllarda kelimenin tam anlamıyla başvuru kitabı olarak kullanılıyordu. Grimaldi haklı olarak bu kadar araştırma sonucunu yok sayamazdı. Ancak kendi deneyinden edindikleri de çok açıktı ve şüphe duyması için bir neden yoktu: Gölgeler eştürel nitelikte değildi! Peki, gölgelerin eştürel olmadığının gözlemlenmesi ne anlama geliyordu? Bunun için parçacık modelinin temel kabullerini kısaca hatırlamak gerekecek.

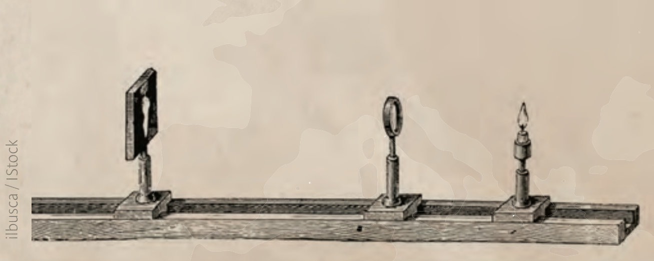
Parçacık modeline göre, ışık ışınları kendisi ışık kaynağı olan nesnelerden bilardo topuna benzer, elbette son derece küçük, yuvarlak cisimcikler şeklinde çıkar. Başka bir deyişle, ışık kaynağı bu ışık taneciklerini âdeta her yöne doğru salar. Salınan bu tanecikler, her bir yöne doğru hızla düz çizgiler boyunca yayılır. Yayılan ışık ışınları düştükleri yerleri aydınlatır, tıpkı Güneş'in dünyamızı aydınlatması gibi.



Gölgelerin oluşumu

Diğer bir kabul de ışık ışınlarının üzerine düştüğü geçirgen olmayan nesnelerin gölge oluşturmasıdır. Buna karşın, cam veya su gibi geçirgen, yani saydam nesneler üzerine ışık düştüğünde ise bu nesneler ışığın arka tarafa geçmesine izin verdikleri için gölgeleri oluşmaz. Ayna benzeri parlak yüzeylerde ise ışık yüzeye gelme açısına eşit açıyla yansır. Yansıtıcı yüzeye dik gelirse, geliş doğrultusu boyunca geri yansır. Parçacık modelinin bu kabulleri esas alınacaksa, o

zaman Grimaldi'nin düzenlediği deneyde şu hususların gözlenmesi gerekir. Karanlık bir odaya yayılan ışık demetinin önüne bir ahşap parçası koyalım. Ahşap parçasının tam orta noktasından ışık kaynağına uzanan bir düz çizgi çizildiğinde, düz çizginin hem gölgenin hem de ışık kaynağının merkezinden geçeceği açıktır. Kaynaktan çıkan ışık ışınları ahşap parçasının sınırlarına teğet olarak geçerken ortada kalanlar, tenis topunun duvara fırlatıldığında geri dönmesi gibi, ahşaptan geçemeyecekleri için o kısım karanlıkta kalacak yani tam gölge oluşturacaktır. Eğer durum böyleyse gölgenin her yanının aynı koyulukta olması gerekmez mi? Parçacık kuramının kabulleri esas alınacaksa, o zaman, evet, gölgenin her yanının aynı koyulukta olması gerekir. Peki, gözlemler neden bu kabulü doğrulamıyordu? Bilim dünyasında "gözlem-teorem uyumsuzluğu" denilen bu fenomenin açıklaması ne olabilirdi?



ilbusca / iStock

Bu soruların tek bir cevabı var: Opak nesnenin sınırlarına teğet geçen ışınların aslında kısmen kırınıma uğraması. Başka bir deyişle, bu ışınlar engelin kenarlarından aşabiliyor ve bunun bir sonucunda bu ışınlar gölgenin sınır bölgelerinde, ortada kalan kısımlara kıyasla daha az koyu gölge oluşmasına yol açıyor. Bu açıklama doğru ise o zaman ışık ışınları doğru çizgiler boyunca yayılan ve mekanik yasalara bağlı olarak hareket eden bir doğaya sahip değil, aksine tıpkı bir su dalgasının bir engele çarpıp kısmen engeli aşması gibi, engelleri belirli bir miktarda aşıyordu. Başka bir deyişle, ışık da dalgalar biçiminde yayılıyor demekti. Dolayısıyla ışık tanecikler şeklinde değil, ışık kaynağında tıpkı durgun bir su yüzeyine bir taş bırakıldığında iç içe geçen ve gittikçe büyüyerek yayılan dalgalar şeklinde ortaya çıkıyor ve yine her yöne düz çizgiler şeklinde ilerliyor demekti.

Bu ilk bilgiler, ışığın parçacık nitelikli yapıya sahip olduğu konusunda şüphe uyandırsa da dalga nitelikli olduğunun kabul edilmesi için de henüz yeterli değildi. Çünkü ışık dalgalarının yayılımının nasıl olduğu, yansımasının ve kırılmasının nasıl gerçekleştiği, dahası renklerin dalga kabulüne dayanılarak nasıl açıklanacağı tam olarak bilinmiyordu. Daha temel sorun ise dalga mekaniğinin ışık dalgalarına nasıl uygulanacağı ve ışık dalgalarını taşıyan ortamın hangi özelliklere sahip olduğu gibi önemli bilgilerin eksikliğiydi. Bu nedenlerden ve Newton'un başarılı görünen kuramından dolayı dalga modeli hemen dikkate alınmadı. Gelecek sayıda ışığın girişimi konusunu ele alacağız. ■

Kaynaklar

Newton, I., *Opticks or A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*, New York: Dover Publications, 1952.

Topdemir, H. G., *Işığın Öyküsü Mitolojiden Kuantum Elektrodinamiğine Işık Kuramlarının Tarihsel Gelişimi*, (4. Baskı), Ankara: TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2019.

Dr. Bülent Gözcelioğlu [*turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*

Endemik Zenginliğimiz Tehdit Altında

Türkiye'nin Tatlısu Balıkları II



Ülkemizin tatlısularında yaşayan balıklar ile ilgili konuya kaldığımız yerden devam ediyoruz. Ülkemizdeki tatlısu balık türlerinin nerdeyse yarıdan fazlasının endemik olduğunu belirtmiştik. Bu yazımızda da tatlısu balıklarımızı ve yaşam alanlarını tehdit eden faktörleri ele alacağız.

Tatlısu balıklarının yaşamlarını tehdit eden faktörlerin başında iklim değişikliği, ekosistemdeki yabancı türler, aşırı ve yanlış avlanma, yaşam alanlarının bozulması, tarımsal ilaçlar, mikroplastikler ve insan kaynaklı diğer faaliyetler geliyor.

İklim değişikliği sonucu oluşan kuraklık ve yağış miktarındaki azalma, akarsu ve göllerin su seviyelerinin düşmesine, bazı yerlerde de suların tamamen kurumasına yol açıyor. Bunun sonucunda da tatlısu balık habitatları yok olma tehlikesi ile karşı karşıya kalıyor. Kuraklık ve yağışların azalması sadece ülkemizde değil, tüm Akdeniz havzasındaki endemik balıklar için günümüzdeki en büyük tehditlerden biri.



Fotoğraf: Prof. Dr. Ahmet Karataş

Aphanius danfordi ve *Seminemacheilus ahmeti*

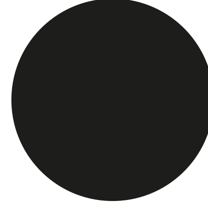
Bir başka sorun ise bir tatlısu ekosistemine bilinçli ya da bilinçsizce dâhil olan yabancı veya istilacı balık türleri. Yerli türlerin yabancı türlerle rekabet etme şansı çok düşüktür. Ayrıca, yabancı balık türleri bazı hastalıkları da beraberinde getirebilir. Tatlısulardaki aşırı avlanma, yasa dışı avcılık ya da yasa dışı av araçlarının (dinamit, elektrikle avlama, tırıvırı ağları vb.) kullanılması tatlısu türlerinin popülasyonlarını azaltır. Barajlar inşa edilmesi ya da akarsu yataklarının değiştirilmesi de tatlısu habitatlarında değişikliğe neden olur. Özellikle akarsu boyunca göç eden türler için bu durumlar çok önemli sonuçlar doğurabilir. Son yıllarda inşa edilen barajlarda balık geçidi şeklinde belirli alanlar balıkların göç edebilmesi için bırakılıyor. Bunların haricinde, tarımsal ilaçlama sonucu yağmur ya da sulamayla tarımsal ilaçların tatlısu ekosistemine kolayca karışması da tatlısu balıklarını olumsuz yönde etkiler. Bunlara bir de insan kaynaklı atıkların oluşturduğu kirlilik, mikroplastikler vb. gibi kirleticiler eklenince tatlısu ekosistemleri geri dönülmez bir şekilde bozulabilir. Birçok çalışmada tatlısu balıklarının midelerinde çok sayıda mikroplastiğe rastlandığını görüyoruz.

Gelecek sayımızda tatlısu ekosistemlerini nasıl koruyacağımızı ele alacağız. Unutmayalım ki insanların içme suyu da tatlısu kaynaklarından sağlanır. Yani, tatlısu balıkları ve diğer canlılar gibi insanların da sağlıklı bir tatlısu ekosistemine ihtiyacı var. Tatlısu ekosistemlerimizi korumamız, yalnızca tatlısu canlılarını korumamız anlamına gelmez, bu yolla kendi içme suyu kaynaklarımızı da korumuş oluruz.

07 Mart	15 Mart	21 Mart	29 Mart
Dolunay	Son dördün	Yeni ay	İlk dördün

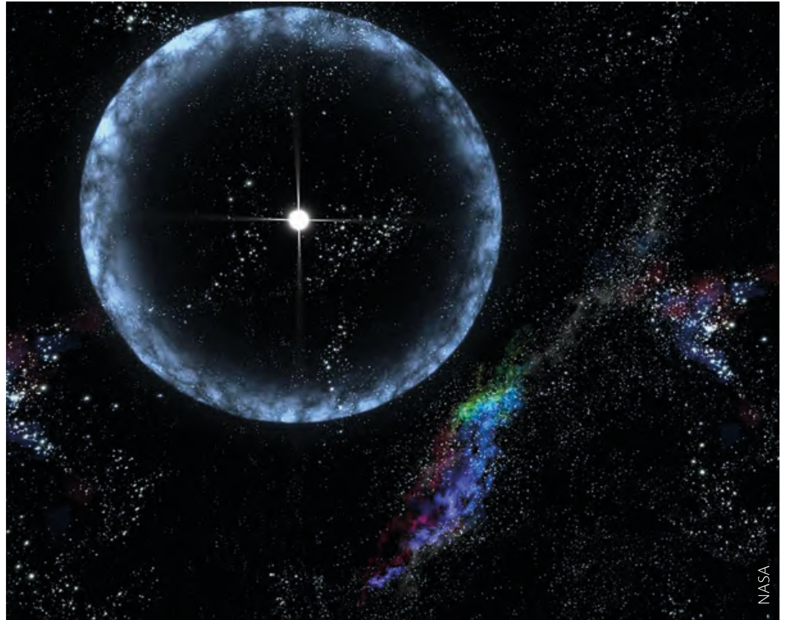
Prof. Dr. Faruk Soydugan
[*fsoydugan@comu.edu.tr*






Deprem Evrende Her Yerde!

6 Şubat 2023 tarihinde yaşadığımız iki büyük depremle sarsıldık. 11 ilimizde yıkıcı etkileri olan bu depremlerde vefat eden vatandaşlarımızı rahmetle anıyor ve milletimizin acısını paylaşıyoruz.



Aralık 2004'te bir nötron yıldızının çok güçlü parlamasının gösterimi. Çok güçlü manyetik alanlara sahip nötron yıldızları olan magnetarlarda, bu alanların etkisiyle güçlü parlamalar üretecek depremler meydana gelebiliyor

Zaman zaman unutsak da deprem kendini bazen küçük bazen de büyük sarsıntılarla hatırlatıyor. Depremler sürekli oluyor ve hep de olmaya devam edecek. Bizlerin de bu gerçekle hareket etmemiz gerekiyor. Deprem sadece bu gezegende değil, evrendeki çok çeşitli konumlardaki gök cisimlerinde de sürekli oluyor. Deprem yalnızca dünyanın değil, evrenin de bir gerçeği. Bu yazıda Yer'den başlayıp evrendeki bazı cisimlerde gerçekleşen deprem örneklerine değineceğiz.

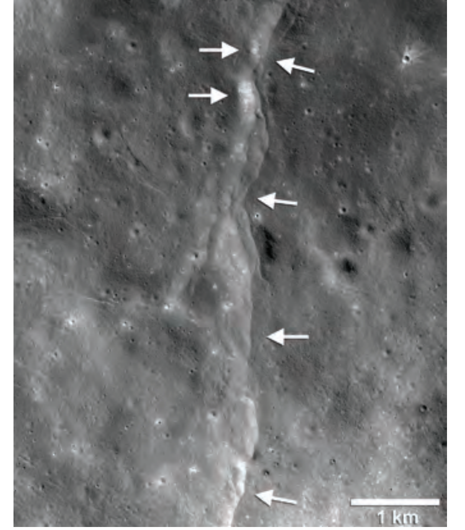
Devasa bir evrende, sarmal bir gök ada içinde, mavi bir gezegende yaşayan canlılarız. Her geçen gün yaşadığımız gezegende ve evrende neler olduğuna dair bilgilerimiz artıyor ancak yola daha fazla soruyla devam ediyoruz. Hem yakınımızda, yani gezegenimizde, hem de uzaklara doğru ilerlediğimizde karşılaştığımız cisimler ve ortamlarda gerçekleşen bazı olaylar kimi zaman birbirine çok benziyor ve aynı yasalarla açıklanabiliyor. 6 Şubat 2023 tarihinde bir kez daha karşılaştığımız, büyük acılar yaşadığımız ve etkisini uzun süre göreceğimiz deprem de bu tür olaylardan biri.
Yer bilimleri açısından deprem, bu sayıdaki ilgili yazılardan da göreceğimiz üzere, detaylarıyla araştırılan konulardan biri.
Aynı zamanda insanlık için anlaşılması elzem olgulardan biri. Depremi, Yer gezegeni dışında, başka cisimlerde de gözleyebiliyor muyuz? Bu soruya cevap vermeye çalışacağız ancak önce deprem araştırmalarına farklı bir açıdan bakalım. Deprem dalgaları, Yer'in iç tabakalarında oluşup yüzeye doğru ilerlerken aynı zamanda iç yapı hakkında bilgi taşır. Bu durumda ister Yer'de ister farklı gök cisimlerinde, deprem dalgalarının ölçülmesi ve özelliklerinin tespit edilmesi ile o cismin iç katmanları

hakkında bilgi toplayabiliriz. Üzerinde yaşadığımız Yer'in veya diğer gök cisimlerinin (örneğin Ay ve Mars) iç katmanlarına, belirli derinliklerden itibaren, çeşitli araçlarla girip doğrudan veri almak neredeyse imkânsızdır. Bu nedenle sismik veriler, ilgili cismin iç katmanlarından geldiği için araştırmalar açısından son derece önemlidir.

Yer'deki depremlerin çoğunluğu yer kabuğundaki levhaların hareketiyle meydana gelir. Levha hareketleri dışında, volkanik hareketler, yüzey altında mağara veya boşluk çökmeleri ile nükleer denemeler de depreme neden olabilir. Yer yüzeyi oldukça katı görünmesine karşın yüzey altı oldukça aktiftir. Yerkürenin dış bölümünde, yaklaşık 70-100 km kalınlığında taşküre (litosfer) bulunur. Taşküre, tüm Dünya'yı yumurta kabuğu gibi düzgün ve çepeçevre saran yekpare bir yapı değildir. Tektonik plakalar adı verilen dev yapboz parçalardan oluşur. Taşküre ile çekirdek arasında, derinleştikçe sıvı bölümleri bulunan manto yer alır. Yerkürenin çekirdeği demir-nikel karışımından oluşur. Yüzeyden çekirdeğe doğru ilerledikçe sıcaklık artar ve iç çekirdekte sıcaklık yaklaşık 6000 ºC olur. Yer merkezindeki bu yüksek sıcaklık konveksiyona neden olur. Konveksiyon hareketleri yukarılara ulaştıkça gerilmelere ve daha sonra da zayıf bölgelerin kırılmasıyla levhaların oluşmasına yol açar. Hâlen litosferde 10 kadar büyük ve çok sayıda küçük levha olduğu biliniyor. Bu levhalar, üzerlerindeki kıta parçalarıyla beraber, yumuşak manto bölümü üzerinde, hareket etmekte, âdeta yüzmektedir. Levhaların birbirlerine sürtündükleri, birbirlerini sıkıştırdıkları, üste çıktıkları veya alta girdikleri sınır bölgeleri, yüzeyde deprem olan yerler olarak gözlenir. Karşılaşılan depremlerin büyük bölümü levhaların birbirini zorladığı sınır bölgelerde ortaya çıkar. Bu mekanizmanın temelinde, enerjinin yerkürenin yüksek sıcaklıklı merkez bölgesinden dışarıya doğru çıkma girişimi yer alır.

Ay da depremlerin meydana geldiği gök cisimlerinden biri. Ay'da gözlenen depremler, sığ (200 km'ye kadar derinlikte), derin (900 km derinliğe kadar), gök taşı çarpması kaynaklı ve yapay tetiklemelerle gerçekleşen sismik hareketler olarak sınıflandırılıyor. Apollo görevleri sırasında (1969'dan 1977'ye kadar) Ay'da sismik deneyler yapıldı ve bu veriler son dönemde güncel bilgi ve yöntemlerle tekrar analiz edildi. Ay depremlerinin nereden geldiğini belirlemek için yeni algoritmalar kullanılarak sığ depremler incelendi ve bunların genç faylarla ilişkili olduğu belirlendi. Ay kabuğunun büzülmesinin de sığ depremlerin kaynaklarından biri olduğu düşünülüyor. Ay yüzeyindeki sarp kayalıkların yaşının 50 milyon yıldan az olduğu ve bu yapıların Ay'ın iç kısımlarının soğuyup dış kabuğun büzülmesiyle ortaya çıktığı tahmin ediliyor. NASA-LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) ile alınan fotoğraflardaki kanıtlar, Ay'daki küçülmenin hâlâ devam ettiğini ve bunun sarp kayalıkları sürükleyerek Ay'da yeni depremleri başlattığını gösteriyor.

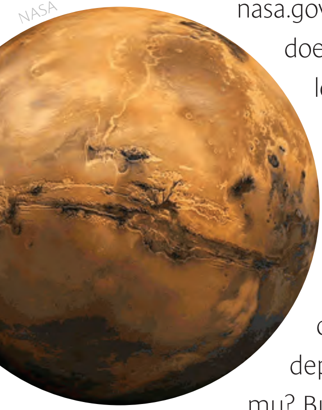
Kızıl gezegen Mars üzerinde de 2019 yılından bu yana depremler kaydediliyor. 4.000 km uzunluğundaki kanyon yapısının (Valles Marineris) faylarla bağlantılı olduğuna ilişkin araştırmalar, bu bölgede 2021 yılında tespit edilen



Ay yüzeyinden bir bölgenin NASA – LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) ile alınan fotoğrafı. Oklar, merdiven biçimindeki fay bölgesini veya uçurumu gösteriyor.

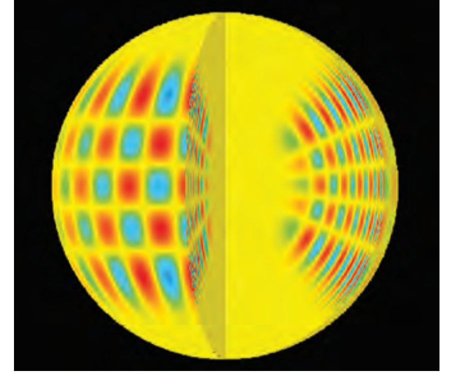
4,2 büyüklüğündeki depremle daha da kesinlik kazandı ve bölgenin hâlâ aktif bir fay yapısı içerdiğini gösterdi. Mars'a ilişkin ilk sismik ölçümler, yüzeyde 2018 yılı sonunda çalışmaya başlayan InSight uzay aracı üzerindeki sismograf (SEIS) ile yapıldı. Bu tarihten sonra çoğunluğunun büyüklüğü 4'ten küçük çok sayıda sismik davranış kaydedildi. Bugüne kadarki en büyük deprem ise Mayıs 2022'de tespit edildi ve büyüklüğü 4,7 olarak belirlendi. Dört saatten fazla süren depremde, Mars üzerinde daha önce kayıt altına alınmış tüm depremlerden beş kat daha fazla enerji açığa çıktığı hesaplandı. Bu deprem, Mars kabuğunda, daha önce gerçekleşmiş bir gök taşı çarpmasına ilişkin katmanların olduğunu gösterdi. Sismik aktivitenin, Mars ve iç yapısı üzerindeki etkilerinin yeri ve sıklığının haritalanması, hem Mars'ın iç yapısı (çekirdek, manto ve kabuk) hakkında bilgi sahibi olunmasını sağlayacak hem de insanlığın gelecekte planladığı yüzey yapılarının nerede ve nasıl inşa edileceğine ilişkin bilgi sunacak. Mars

depremlerinde yayılan dalgalar için üretilmiş bir simülasyonu https://www.nasa.gov/feature/jpl/what-does-a-marsquake-look-like adresinde inceleyebilirsiniz.



Peki, gök adaların dolayısıyla evrenin yapı taşı olan yıldızlarda da deprem yaşanıyor mu? Bu soruyu şöyle cevaplayabiliriz: Farklı tür yıldızlarda, farklı tür sismik davranışlar gözleniyor. Yıldız sismolojisi olarak adlandırılan araştırma alanı, yıldızların sismik davranışlarının belirlenmesi ve bu davranışlardan iç katmanlarına ilişkin bilgi çıkarılması (yoğunluk, dönme, kimyasal bolluk değişimi vb.) ve onların doğasının (yaş, kütle, yarıçap vb.) anlaşılması konularını içeriyor. Yıldızların sismik değişimleri farklı nedenlerden kaynaklansa da bu olguyu açıklayacak temel argüman veya önemli bir kısmı için geçerli mekanizma, yıldız merkezinde üretilen enerjinin üst katmanlara çıkarken bir bariyerle karşılaşması ve yeterli basıncı oluşturursa üst katmanları iterek bir titreşim başlatması şeklinde izah ediliyor. Özetle, yüksek enerjili bölgeden düşük enerjili bölgeye olan enerji akışının neden olduğu titreşimler sismik aktiviteye yol açabiliyor. Bu titreşimler, yıldız gözlemlerinde parlaklık ve (katman) hız değişimleri olarak karşımıza çıkıyor. Yer bilimlerindeki araştırmalara benzer şekilde, sismik analizlerle bu davranışlar çözümlenmeye çalışılıyor. Yıldızlar yüksek sıcaklıklı plazma olduğundan; depremler, yıldızın tüm yüzeyinin veya farklı katmanlarının şişip büzülmesi şeklinde periyodik olarak tekrarlanıyor. Yıldızlarda üretilen deprem dalgalarının neden olduğu sismik değişimler, nötrinolar dışında, iç yapı hakkında alınan en önemli gözlemsel veri kümelerini oluşturuyor ve iç yapı modellerinin sınanmasında kullanılıyor.

Sistemimizin yıldızı olan Güneş de sismik davranışlar gösteriyor. Güneş'in merkezinde enerji üretildikten sonra önce radyasyonla sonra konveksiyonla dış katmanlara doğru iletilir. Enerji taşıyan bu dev konvektif hücreler, milyonlarca titreşim modu üretir ve Güneş'in iç yapısını incelememizi sağlar. Güneş'in titreşimlerinin hassas analizleri sayesinde, yıldız yapı modelleri test ediliyor ve ayrıca parçacık fiziği kuramlarının gözden geçirilmesi için önemli veriler sağlanıyor. Güneş'in sismik değişimleri konveksiyon kaynaklıdır ve çok karmaşık yapıdadır. Bu durumu kabaca, milyonlarca kişinin aynı anda piyanonun farklı tuşlarına basarak ses çıkarmasına benzetebiliriz. Güneş'in yüzeyindeki, genlikleri 0,1 metreden küçük olan sismik dalgalar; yukarı aşağı salınarak tayfta izler bırakır. Güneş sismolojisinde akustik, çekim ve yüzey çekim dalgaları ölçülür. Bunların her biri Güneş'in farklı iç katmanları hakkında bilgi sunar.

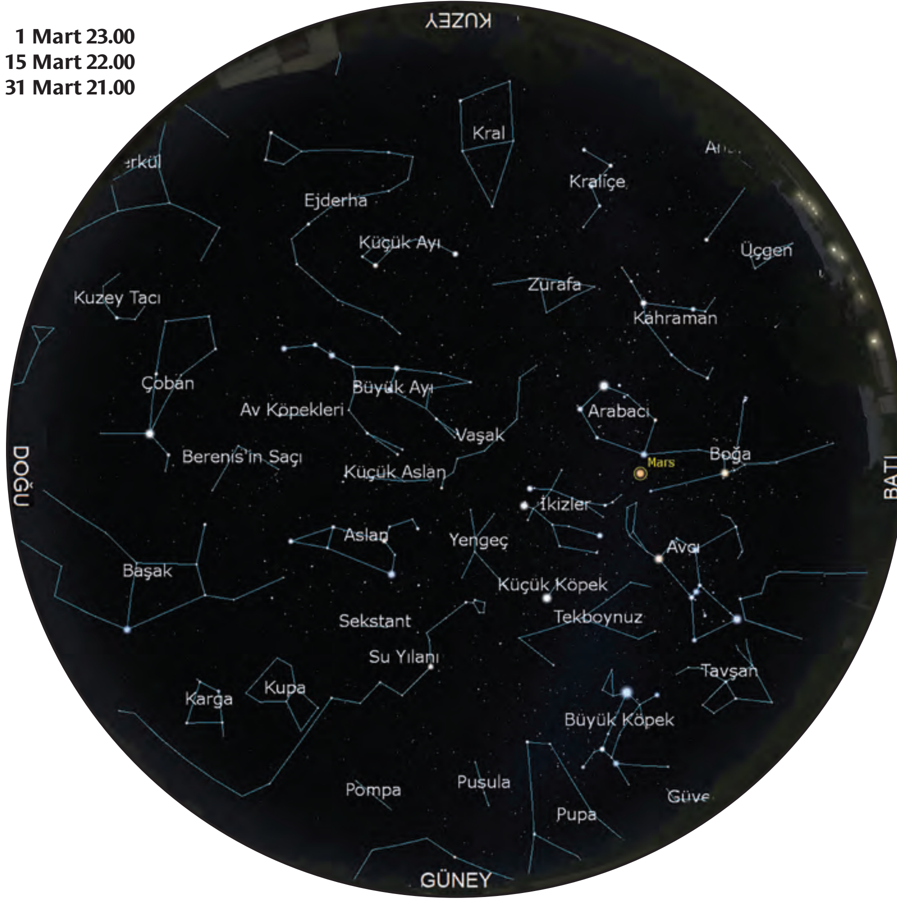


Güneş'in akustik modlarının küçük bir bölümü için üretilmiş model

Yer, Ay, Mars, Güneş ve farklı yıldızların sismik davranışlarından söz ettik. Bunların dışında Venüs, çeşitli gezegenlerin uyduları, nötron yıldızları vb. çok farklı cisimler için de kaynakları farklı olabilen sismik hareketler söz konusudur. Bunlarla da ilgili veriler kaydediliyor ve anlaşılmaya çalışılıyor. Farklı gök cisimlerinden sunulan örnekler, başta Yer olmak üzere deprem ile her yerde her zaman karşı karşıya olduğumuzu gösteriyor. Araştırmaları derinleştirerek bu gerçeğin bilinmeyenlerini ortaya çıkarmaya devam etmek ve buna göre önlem alarak yaşamaya çalışmak gerekiyor.

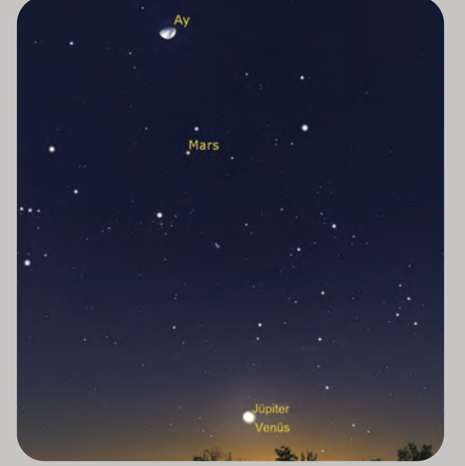
Büyük bir yıkım yaşadık, çok sayıda can kaybettik. Başımız sağ olsun. Birlik ve beraberlik içinde bu güçlüklerden çıkacağız. Bilimsel bulgularla önlemlerimizi arttırarak daha güvenli yaşayabilmek için çaba sarf edeceğiz.

http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/bilgi/depremnedir/index.htm
https://spaceplace.nasa.gov/earthquakes/en/
https://link.springer.com/article/10.1007/s11214-020-00709-3
https://www.livescience.com/65475-moon-shrinking-moonquakes.html
https://www.nasa.gov/press-release/goddard/2019/moonquakes
https://spaceref.com/science-and-exploration/two-largest-marsquakes-to-date-recorded-from-planets-far-side/
https://newsroom.ucla.edu/releases/marsquake
http://soi.stanford.edu/results/heliowhat.html



Ayın Önemli Gök Olayları

01/02 Mart Venüs ve Jüpiter gün batımında batıda birbirlerine çok yakın görünümde
03 Mart Ay Dünya'ya en uzak konumunda (405.437 km)
19 Mart Ay Dünya'ya en yakın konumunda (362.698 km)
21 Mart İlkbahar ılımı (gece ve gündüz süreleri eşit)
27/28 Mart Merkür ve Jüpiter gün batımında batıda birbirlerine yakın görünümde
28 Mart Ay ve Mars birbirlerine çok yakın görünümde
30 Mart Venüs ve Uranüs gün batımında batıda birbirlerine yakın görünümde
31 Mart Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.920 km)



01 ve 02 Mart gün batımında batı gökyüzü

Gezegenler

Merkür: Gezegen gökyüzünde giderek Satürn'e yaklaşıyor. Ayın ilk günleri sabahları gün doğumundan hemen önce doğu ufkunda. Fakat düşük parlaklıkta ve ufuktan yeterince yükselemediği için temiz bir ufuk ve yüksekçe bir gözlem yerinden bile görülmesi oldukça zor olacak. Günler ilerledikçe gezegen gökyüzünde giderek Güneş'e yaklaşacak ve ayın sonuna doğru akşam gökyüzüne geçecek. Ayın son günlerinde gün batımından hemen sonra batıda Jüpiter ile beraber parlak bir şekilde görülebilir.

Venüs: Parlaklığını biraz daha arttıran gezegenin gözlenmesi için yine çok uygun bir ay. Ayın başından itibaren gün batımında batı gökyüzünün en parlak gezegeni olacak. Ayın ilk iki günü ise özellikle ilginç olacak. Öyle ki neredeyse kendisi kadar parlak Jüpiter ile gökyüzünde âdeta dans edecek. Ay boyunca iki saati aşkın sürelerle gökyüzünde olan Venüs ayın sonuna doğru gökyüzünde Uranüs'e yakın bir konuma gelmeye başlayacak.

Mars: Geceye gün batımında hemen hemen güneyde ve gözlem için çok uygun bir yükseklikte başlayan gezegenin parlaklığı geçtiğimiz aya göre biraz daha azalmış durumda. Gezegen ay sonuna doğru artık gece yarısından yaklaşık iki saat sonra batacak. 28 Mart'ta özellikle gün batımından hemen sonra Ay ile birbirlerine oldukça yakın görünecekler.

Jüpiter: Ayın ilk iki günü kendisinden daha parlak olan Venüs ile gün batımında batıda birbirlerine çok yakın bir konumda görünecek. Ancak gezegenin gözlem süresi kısalmaya devam edecek. Günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'e yakın bir konuma gelmeye devam eden gezegenin ay sonunda gözlem süresi bir saatin altına düşmüş olacak.

Satürn: Gezegen ayın başında gün doğumundan önce doğu ufkunda ve Merkür'e yakın fakat oldukça alçak bir konumda bulunduğundan dolayı gözlenebilmesi zor. Günler ilerledikçe gökyüzünde Güneş'ten ayrılığını arttıracak olan gezegen gün doğumundan önce bir saat kadar gözlenebilir. Ancak ufuktan fazla yükselemediği için temiz bir ufuk ve yüksekçe bir gözlem yeri gerekiyor.

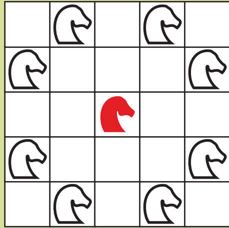
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

Ayın Oyunu:
At Hamlesiz Sudoku

At Hamlesiz Sudoku Oyununun Kuralları

Her bir satırda, sütunda ve kalın çizgilerle belirlenmiş 2x3'lük bölgede 1'den 6'ya tüm rakamlar tam olarak birer kez yer alacak şekilde diyagramı doldurun.

Aynı rakamlar birbirlerini at hamlesi ile tehdit edemez.



	3			2	
6					3
		4	1		

2					5
	6			3	
1					4

	5	2	3	1	
3					4

6					4
		2	1		
		5	3		

At Hamlesiz Sudoku - Örnek Çözüm

6	2	5	3	4	1
3	4	1	5	2	6
5	3	4	1	6	2
1	6	2	4	3	5
4	1	6	2	5	3
2	5	3	6	1	4

Ödüllü soru

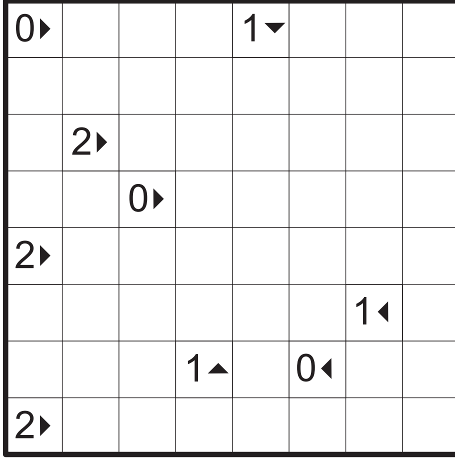
▼ At Hamlesiz Sudoku sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Zekâ Oyunları* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin Facebook ve Twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü Matrax sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi Facebook ve Twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

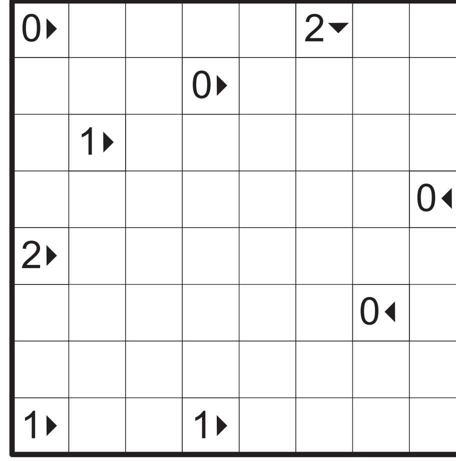
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

	1					6
▶ 1						
	2					4
	3					5
▶ 2						

Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 625341 şeklinde yazılmalıdır.

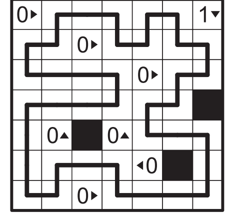
Yajilin: Bazı hücreler karalanacak ve kalan tüm hücrelerden, kendisini kesmeyen tek bir kapalı yol geçirilecektir. Diyagramdaki rakamlar ilgili doğrultuda kaç hücre karalanacağını göstermektedir. Karalanmış hücreler birbirine kenardan değemez. Rakam bulunan hücrelerden yol geçemez.



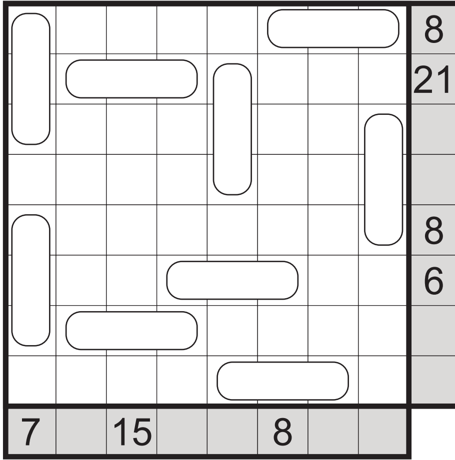


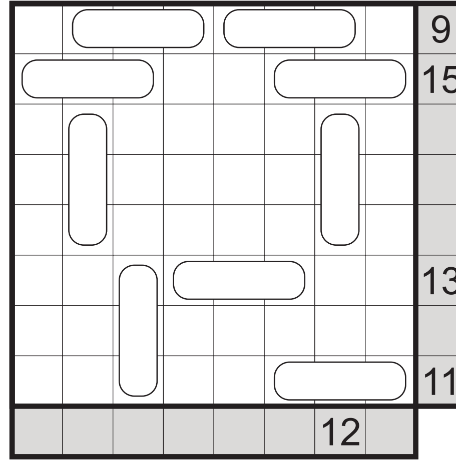
Yajilin

Örnek Çözüm



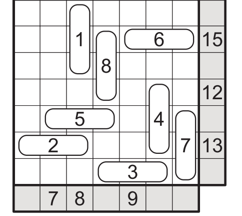
Kapsül: 1'den 9'a (örnek çözümde 1'den 8'e) rakamların tümünü diyagramdaki kapsüllere yerleştirin. Diyagramın dışındaki sayılar, o satır veya sütunda görülen kapsüllerin toplamını vermektedir.



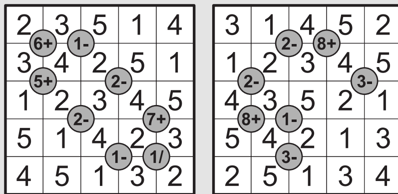


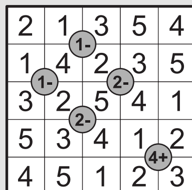
Kapsül

Örnek Çözüm

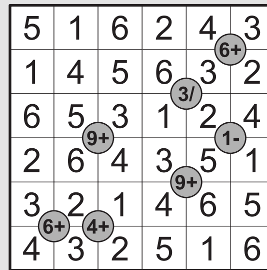


Geçen Sayının Çözümleri

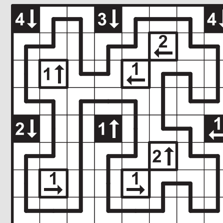


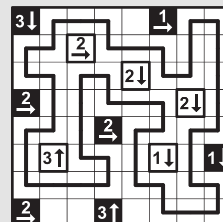


Matrax

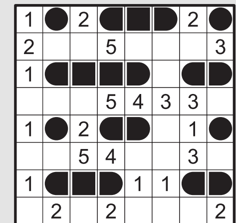


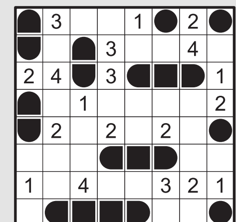
Ödüllü Soru: Matrax





Kale Duvarı





Amiral Battı

Kıvanç Çefle [*btsatranc@tubitak.gov.tr*

Sıra Dışı Bir Etütçü Froim Markoviç Simkoviç

funky-data / iStock

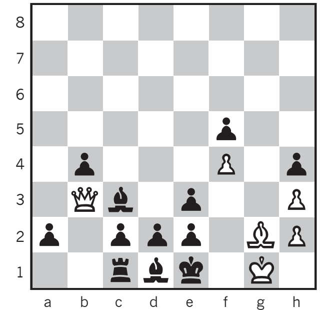
Sevgili okurlarımız bu yazımızda satranç kurgu tarihinin ilginç isimlerinden Froim Markoviç Simkoviç'in eserlerinden örnekler vereceğiz.

Simkoviç, 1896 yılında tarihte Besarabya olarak bilinen bölgede, günümüzde Moldova'nın başkenti olan Kişinev şehrinde doğdu. Erken yaştan itibaren satranç problemleriyle ilgilenmeye başlayan ve ilk problemi 12 yaşında yayınlanan kurgucumuz, daha sonra Leningrad'a yerleşti ve buradaki Kimyasal Teknoloji Enstitüsünden mezun oldu. O sıralarda Leningrad, bir sanat olarak gelişmekte olan oyun sonu etütçülüğünün merkezi konumundaydı. Aralarında Lazar Salkind, Semen Levman ve Leonid Kubbel'in de bulunduğu ünlü kurgucularla tanışan Simkoviç de etütlerin çekiciliğine kapıldı. "Konumsal beraberlik" konusunu sistemli bir şekilde araştırdı ve "hisar" fikrine dayanan son derece yenilikçi ve benzersiz etütler kurdu. Hatta "hisar" terimini bulanın da Simkoviç olduğu kabul ediliyor. Problemlere özgü bazı fikirleri etütlere başarıyla uyarlaması onun bir başka özelliğiydi. Uzmanlara göre "romantik" bir tarzı olan Simkoviç, çağdaşı olan diğer ünlü etütçüler Aleksandr Troitzky ya da Leonid Kubbel gibi üretken değildi. Günümüz veri tabanlarında yalnızca 30 dolayında etüdüne rastlanıyor. Buna rağmen eserlerindeki orijinal fikirlerle kurgu tarihinde sağlam bir yer edindi. Dünyanın zorlu zamanlarında yaşayan Simkoviç, birincisinde bizzat asker olarak iki dünya savaşı gördü ve 2. Dünya Savaşı'nın bittiği yıl olan 1945 yılında barışı göremeden hayatını kaybetti.

Şimdi onun ilginç etütlerinden birkaç örnek verelim. İlk örnek, aslında daha çok problemlerde görülen Bristol temasının gösterildiği kısa ve çarpıcı bir yapıt (Diyagram 1):

Diyagram 1

Şahmati v SSSR, 1938



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Pozisyonun doğallıktan çok uzak olduğu açık! Ancak kurgucular bazen ilginç fikirlerini yansıtmak uğruna sadelik ve doğallıktan taviz verebiliyor. İşte, bu da böyle bir etüt. Materyal olarak taraflar yaklaşık eşit gibi görünse de siyahın ikinci yataya kadar ilerlemiş dört piyonu dengeyi açıkça siyah lehine değiştiriyor. Diğer yandan beyaz, vezire terfi etmek üzere olan a2 piyonunu alamaz:

1. Vxa2? Ka1 2. Vf7 c1=V 3. Vh5 Fc2 ve siyah kazanır. Bu karanlık konumdan beyaz nasıl kurtulacak?

Çözüm:

1. Fb7!!

Çok incelikli bir hamle! 1. Fa8?? hamlesi ölümcül bir fark yaratırdı: 1…a1=V 2. Vd5 Va7 3. Vh1 Vg7+ 4. Fg2 (beyaz pat durumu yaratma peşinde) 4…Fe5! ve siyah kazanır. Bu analizden çıkan sonuç siyah vezirin a7'den g7'ye gelmesinin önlenmesi gerektiği 1. Fb7!! hamlesinin önemi işte bu.

1…a1=V 2. Vd5 Fh8
İşte burada Bristol temasını görüyoruz. Bristol temasını şöyle açıklayabiliriz: Doğrusal hareketli iki taştan biri, diğerinin kritik kareye (burada g7) ulaşmasını sağlamak üzere bu karenin ötesinde bir noktaya konumlanır. Burada a7-h7 hattı kapalı olduğu için siyahın Bristol manevrasını yapmak zorunda kaldığına dikkat edelim, yani 2…Va7 hamlesi burada etkisiz. Diğer yandan 2…Fh8 hamlesinin siyah için kötü tarafı biraz sonra filinin h8'de hapis kalacak olması.

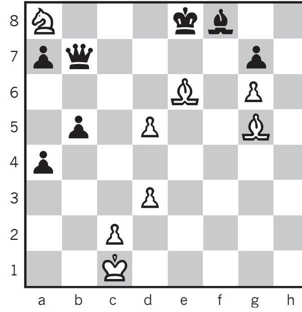
3. Vh1!!
Siyahın Bristol hamlesine beyaz da Bristol ile cevap veriyor! Bir yandan pat durumuna hazırlık yapmak üzere kendi vezirini h1'e getiriyor, diğer yandan da filinin g2'ye gelmesini sağlıyor.

3…Vg7+ 4. Fg2 Vg8 ve pat!
Bu pat durumunu siyah filin h8'e hapsedilmesine borçluyuz. Eğer şimdi e5'e gelebilseydi (yukarıdaki 1. Fa8?? ile başlayan varyantı hatırlayalım) pat durumu bozulur ve siyah kazanırdı. Şimdi Simkoviç'in ünlü "pozisyonel beraberlik" etütlerinden birini sunuyoruz (Diyagram 2). Pozisyonel beraberlik kavramını, kuvvetli olan tarafın net bir materyal üstünlüğü olmasına rağmen bu üstünlüğünü taşlarının hareketlerinin kısıtlılığı, hisar, açmaz, sürekli şah ya da sürekli tehdit gibi çeşitli nedenlerle kazanca dönüştürememesi olarak açıklayabiliriz.

Diyagram 2

Pravda, 1927

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Diyagram 2'deki pozisyonu incelediğimizde daha baştan siyahın materyal üstünlüğünü olduğunu görüyoruz. Beyazın a8'deki atının da pek uzun ömürlü olmayacağı açık. Bu olumsuz koşullara rağmen beyaz nasıl berabere kalacak?

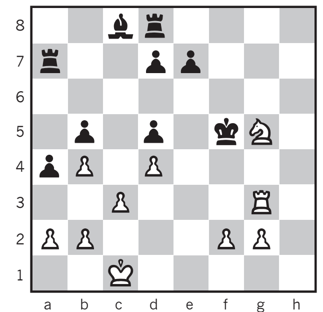
Çözüm:

1. Ff7+ Şd7 2. Fe6+ Şd6
2…Şe8 3. Ff7+ ve hamle tekrarıyla beraberliğe gider.
3. Ff4+ Şc5 4. Fe3+ Şb4 5. Fd2+ Şa3 6. Şb1!
Beyaz 7. Fc1+ ve ardından sürekli şahla beraberlik amaçlıyor.
6…Vxa8
Beyaz atın alınmasıyla birlikte beyazın sürekli şahla beraberlik şansının kalmadığı açık: 7. Fc1+ Şb4 8. Fd2+ Şc5 9. Fe3+ Şd6 10. Ff4+ Şe7 11. Fg5+ Şe8 12. Ff7+ Şd7 13. Fe6+ Şc7 ve siyah kazanır. O hâlde beyaz için terk zamanı mı?
7. Şa1!!
Etüt literatürünün en şaşırtıcı hamlelerinden biri. Pozisyonu incelediğimizde, siyahın maddi üstünlüğünü kazanca dönüştürmesinin mümkün olmadığını görüyoruz. Örneğin vezirini şu anda b8, d8 ya da e8 karelerinden hiçbirisine oynayamaz:
a)7…Vb8 8. Fc1+ Şb4 9. Fd2+ Şc5 10. Fe3+ Şd6 11. Ff4+ ve vezir düşer.
b)7…Vd8 8. Fc1+ Şb4 9. Fd2+ Şc5 10. Fe3+ Şd6 11. Ff4+ Şf7 12. Fg5+
c)7…Ve8 8. Fc1+ Şb4 9. Fd2+ Şc5 10. Fe3+ Şd6 11. Ff4+ Şf7 12. Fg5+ Şd6 (Şe8??) 13. Ff4+ ve sürekli şah ile beraberlik.
7…Vb7 8. Şb1 Va6 9. Şa1 Vb7 10. Şb1 Va8 11. Şa1 ve aynı döngünün sürekli tekrarlamasıyla beraberlik. Eğer siyah b5-b4 oynarsa Fc1# var. Siyah filin herhangi bir hamle yapması durumunda da beyaz sürekli şahla berabere kalır. Diğer yandan a7 piyonunun oynanması da siyaha bir şey kazandırmayacaktır. Okurlarımızın bu olasılıkları da gözden geçirmelerini öneririz. Bu örnek, Simkoviç'in adının kurgu tarihine altın harflerle yazılmasını sağlayan unutulmaz bir etüt! Şimdi de onun kavramlaştırdığı hisar fikrinin ele alındığı bir etüdü inceleyelim (Diyagram 3):

Diyagram 3

L'Italia Scacchistica, 1924

Birinci Şeref Mansiyonu



Beyaz oynar ve kazanır.

Siyahın bir kale üstünlüğü var. Beyaz ancak sıra dışı yollara başvurarak beraberliği kurtarabilir.

Çözüm:

1. Af7 Ke8

1…Kf8 2. Kf3+ Şg6 3. Ae5+ Şg7 4. Kg3+ ve beyaz kalesiyle g3 ve h3'ten sürekli şah çekerek berabere kalır.

2. Ad6+! exd6 3. Kf3+ Şg6 4. Kg3+ Şf7 5. Kg3+ Şe7

Siyah sürekli şahtan kurtulmaya çalışıyor.

6. Ke3+ Şd8 7. Kxe8+ Şxe8 8. a3!

Beyaz vezir kanadındaki piyon yapısını kilitledi. Bu durum siyahın filini oyun dışı bırakıyor. Ama siyah kale "e" veya "h" hattını kullanarak beyazın savunma hattının arkasına sarkabilir, beyaz bu konuda dikkatli olmalı.

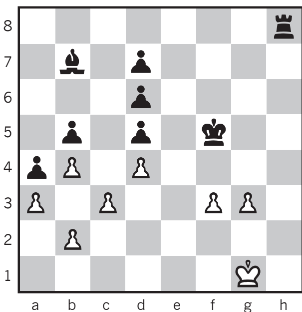
8…Fb7 9. Şd1 Şf7 10. Şe1 Ka8 11. Şf1 Kh8 12. Şg1 Şf6 13. g3 Şf5 14. f3 Ke8 15. Şf2 Ke7 16. Şf1 Kh7

16…Ke3 17. Şf2 Kd3 18. Şe2 ve beraberlik.

17. Şg2 Kh8 18. Şg1

Beraberlik. Çünkü beyazın piyonlarıyla kurduğu hisar yıkılamaz ve siyah kale+fil üstünlüğüne rağmen beyazın güvenli alanına nüfuz edemez (Diyagram 4).

Diyagram 4





F. M. Simkoviç (1896-1945)

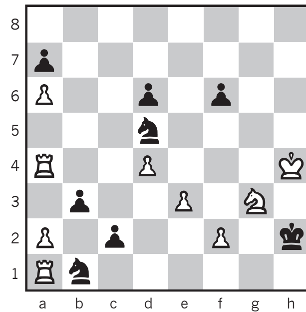
Ayın Soruları

Size, çözmeniz için Simkoviç'in iki etüdünü sunuyoruz. Çözümlerini de önümüzdeki ayın yazısında sunacağız.

Diyagram 5

64, 1935

Üçüncü Şeref Mansiyonu

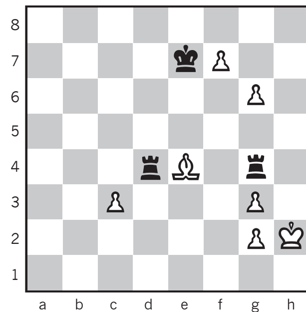


Beyaz oynar ve berabere kalır.

Diyagram 6

Turkmenskaja Iskra, 1940

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve berabere kalır.

Kubra Cavus / iStock

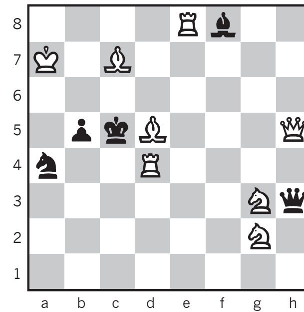
Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümü

Geçen ayki yazımızda satranç problemleri tarihinde önemli yeri olan Bohemya Okulu'ndan söz etmiş ve bu okulun en önemli temsilcilerinden *Miroslav Havel*'in iki probleminin çözümünü size bırakmıştık. Şimdi bunların çözümünü veriyoruz:

Diyagram 7

Ustredni jednota ceskych sachistu, 1922

Birincilik Ödülü



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Kc8! (tehdit 2. Fe5+/Fe4+2. Ve5 ve sonraki hamlede mat)

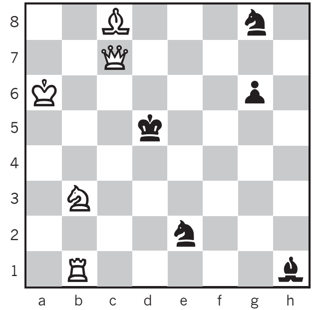
a) 1…Vxc8 2. Ae4+ Şxd4 3. Vd1#;

b) 1…b4 2. Fc4+ Şxd4 3. Fe5#;

c) 1…Şxd4 2. Fe5+ Şxd5 3. Af4#.

Diyagram 8

Illustrovany Svet, 1903



Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1. Ke1! (tehdit 2. Kxe2 Fe4 3. Vc5#)

a) 1…Şe4 2. Kxe2+ Şf3 3. Ad4#;

b) 1…Ff3 2. Vc5+ Şe4 3. Vd4#;

c) 1…Af6 2. Fb7+ Şe6 3. Ad4#.

Çözümün "b" ve "c" varyantlarında e1'deki kale doğrudan mat pozisyonunda yer almıyor (yani siyah şahın kaçış yollarını kontrol etmiyor). Bununla birlikte siyah atı açmaza alarak matı mümkün kılıyor.

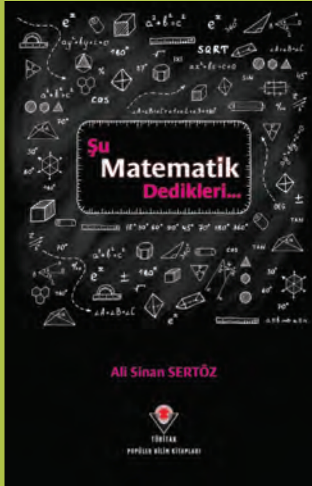
Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:
Şu Matematik Dedikleri...



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Çiftlikteki Tenis Turnuvası



Cücelerin yaşadığı çiftliği ziyaret eden Keloğlan çiftlikte bir tenis turnuvası düzenliyor. Turnuvaya 16 cüce katılıyor. Turnuva kurallarına göre, önce ön eleme karşılaşmaları yapılıyor ve bunun için turnuvaya katılan 16 cüce rastgele olarak eşleşip her biri bir maç yapacak şekilde sekiz karşılaşma oynanıyor. Bu ikili karşılaşmalarını kaybeden 8 cüce turnuvadan eleniyor.

Çeyrek final karşılaşmaları için bir önceki maçlarını kazanan 8 cüce rastgele olarak eşleşiyor ve her biri bir maç yapacak şekilde dört karşılaşma oynanıyor. Bu maçlarda kaybeden 4 cüce turnuvayı terk ediyor. Yarı final karşılaşmaları için bir önceki karşılaşmalarını kazanan 4 cüceden yine rastgele olarak iki tane ikili grup oluşturuluyor. Her ikili kendi aralarında birer karşılaşma yapıyor ve bu karşılaşmaları kaybeden 2 cüce turnuvayı terk ediyor. Son olarak yarı final karşılaşmalarını kazanan 2 cüce arasında final karşılaşması yapılıyor.

Bilindiği gibi tenis karşılaşmasında beraberlik olmuyor ve her karşılaşmayı kesinlikle iki cüceden biri kazanıyor. Herhangi iki cücenin tenis oynama becerisi aynıdır ve buna göre, iki cüceden her birinin aralarında yaptıkları karşılaşmayı kazanma olasılıkları yüzde ellidir.

Turnuvaya katılan 16 cüceden en uzun ve en kısa olan ikisinin aşağıdaki durumlarda maç yapma olasılıklarını bulunuz.

a) Ön eleme karşılaşmalarından birinde
b) Çeyrek final karşılaşmalarından birinde
c) Yarı final karşılaşmalarından birinde
d) Final karşılaşmasında
e) Turnuvanın herhangi bir aşamasında

Zekâ Oyunları

Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

BÖLÜNEN SAYI

Her rakamı farklı olan bir tam sayı 44’e tam olarak bölünüyor. Bu sayı en fazla kaç olabilir?

ÜÇ YAŞ

Farklı yaşlarda olan üç kardeşin yaşlarının çarpımı bir sayının karesidir. En büyük kardeşin yaşı verildiğinde diğer iki yaş da bulunabilmektedir. Yaşların her biri 20’den küçük pozitif tam sayı olduğuna göre bu üç yaşı bulunuz.

ON SEKİZ

4 4 6 6

İki adet 4 ve iki adet 6 rakamlarını kullanarak ve sadece toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemlerinden uygun olanları uygulayarak 18 sayısını elde ediniz.

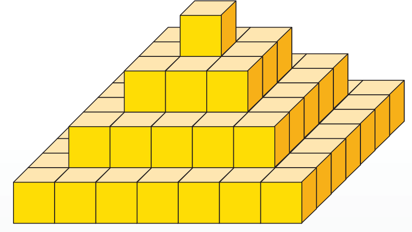
KARTLAR

1’den 72’ye kadar numaralandırılmış 72 kart rastgele biçimde üç kutuya konmuştur. Her kutudan rastgele birer kart çekildiğinde üçünün de çift sayı olma olasılığı 26/343 ise üçünün de tek sayı olma olasılığı kaçtır?

SIFIR SAYISI

501'den 1001'e kadar olan sayılar çarpıldığında elde edilecek sayının sonunda kaç adet sıfır bulunur?

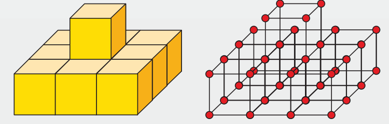
KÜPLÜ PİRAMİT



Birim küplerden yapılmış 4 katlı bir piramit şekilde görülüyor. En üstte 1, onun altında 3x3 ve en altta 7x7 olmak üzere toplam 84 küpten oluşan bu piramiti 1 birim uzunluğundaki çubukları birbirlerine bağlayarak yapmak istiyorsunuz.

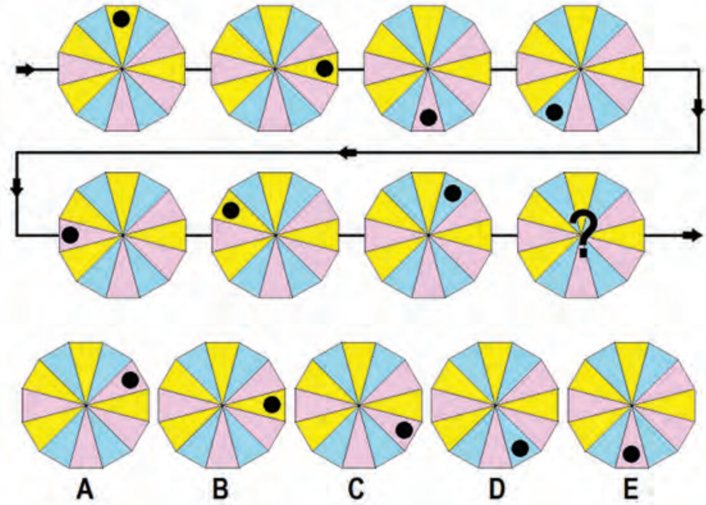
Bu iş için kaç adet çubuk gereklidir?

Soru iki katlı piramit için sorulsaydı cevap 72 çubuk olacaktı.



SORU İŞARETİ

Soru işaretinin yerine aşağıdakilerden hangisi gelecek?



SÖZCÜK DAİRELERİ

Daireleri uygun biçimde döndürerek öyle sıraya diziniz ki, aynı konumlardaki harfler soldan sağa okunduğunda 5 adet 5 harfli sözcük oluşsun.



KODLAR

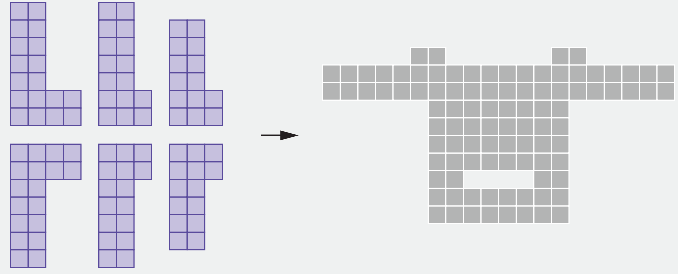
A, B, C, D ve E harfleri kullanılarak kodlar üretilecektir.

- Her harf en fazla 1 kez kullanılabilir.
- Kodun en sağındaki harf C harfi olmalıdır.

Bu koşullara göre en fazla kaç kod üretilebilir?

ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

PİYON YERLEŞTİR

8 olabilir. Bir çözüm örneği:

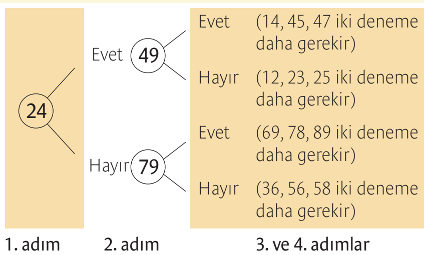


FARKLI RAKAMLAR

9.758.613.024

TAHMİN OYUNU

4 adım gerekir.
Örnek bir çözüm şeması aşağıdadır:



YARIŞMACILAR

Toplam 100 olabilir. 28 yarışmacı vardır. Konuşan yarışmacının numarası 20 ya da 21'dir.

SORU İŞARETİ

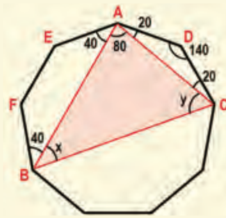
E gelecek.
Her satırda birinci kutu sağa 90 derece, ikinci kutu ise sola 90 derece döndürülüp üst üste getiriliyorlar.

DÖRT BASAMAKLI SAYILAR

5832

DOKUZGENDEKİ ÜÇGEN

A=80, B=40, C=60 derece.



Düzgün dokuzgenin bir iç açısı 140 derecedir (bir çokgenin dış açılarının toplamı 360 derece olduğu için).
ADC üçgeni ikizkenar üçgen olduğu için DAC ve DCA açıları 20 derecedir.
AEFB dörtgeninde AEF ve EFB açıları 140 derecedir.
AEF+EFB+EAB+FBA=360
EAB=FBA
140+140+2EAB=360
EAB=FBA=40
FBC ve DCB açıları eşit olduğu için
40+x=20+y
ABC üçgeninde 80+x+y=180
Bu iki denklem çözüldüğünde x=40 ve y=60 derece olarak bulunur.

BOŞ KUTU

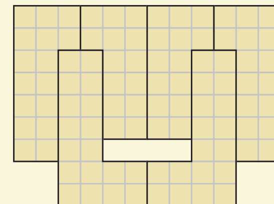
D gelecek.



GÜNLER

Pazar	5	
Pazartesi	9	18
Salı	4	21
Çarşamba	8	20
Perşembe	8	20
Cuma	4	21
Cumartesi	9	18
Pazar	5	23
Pazartesi	9	

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Robot



Laura Buller, Clive Gifford, Andrea Mills
Çeviri: Bilge Tanrıseven

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, Yetişkin Kitaplığı, 2022 (1. Basım)

Bu kitap, özel gereksinimi olan insanlara destek olmaktan yemek pişirmeye, okyanusların derinliklerine inmekten gezegenlere ulaşmaya kadar insanların hayatlarını kolaylaştırmak ve yaşamlarını daha güvenli hâle getirmek için tasarlanmış robotları anlatıyor. Robotların nasıl çalıştığını, algıladığını, hareket ettiğini, düşündüğünü, neler yaptığını ve yapabileceğini anlatan bir rehberdir. Gelecekte hayatın her alanında daha fazla robotla karşılaşacağımız bir gerçek. O zaman robotları daha yakından tanımaya ne dersiniz?

Kutuplarda Hayatta Kalma Rehberi

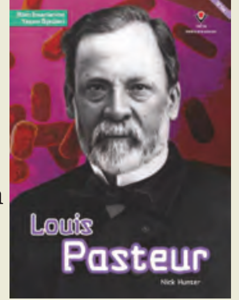


Jen Green
Çeviri: Selda Somuncuoğlu

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 14 yaş +, 2022 (2. Basım)

Kar ve buz örtüsünün her yeri kapladığı çetin kutup arazisinde mahsur kaldınız. Kar fırtınasının başlamasıyla hava koşulları daha da şiddetlenmekte, yön bulmaksa ayrı bir çile. Sıcak ve kuru kalmak ölüm kalım meselesi... Kalamazsanız soğuk ısırması ve hipotermi oracıkta sizi bekliyor. Sağ salim nasıl dönersiniz? Bulunduğunuz araziyi tanıyın. Kendi kampınızı kurun. Dönüş yolunu bulun… Bu kitap sayesinde kutuplarda hayatta kalma becerilerini öğreneceksiniz.

Bilim İnsanlarının Yaşam Öyküleri - Louis Pasteur



Nick Hunter
Çeviri: Yasemin Uzunefe Yazgan

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 10 yaş +, 2022 (2. Basım)

Louis Pasteur ne zaman doğdu? Louis Pasteur neden bu kadar meşhur? Pastörizasyon nedir ve bize nasıl yardımcı olur? Bu kitap, Louis Pasteur'ün yaşamı boyunca karşılaştığı zorlukların ve ilham verici olayların başarılarına katkılarını ele alıyor. Kitabın sonunda bulunan zaman çizelgesi, Pasteur'ün hayatının önemli kilometre taşlarını ve başarılarını özetliyor.

STEM Teknoloji Karalama Kitabı

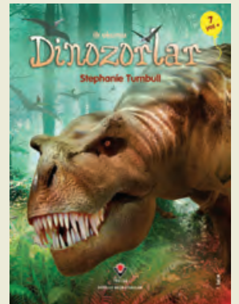


Alice James, Tom Mumbray
Çeviri: Özden Hanoğlu
Çizer: Petra Baan

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 10 yaş +, 2022 (1. Basım)

Teknoloji Karalama Kitabı'ndaki etkinliklerle teknoloji dünyasını keşfet. Teknolojik bulmacaları çöz, robot ve makineler tasarla, geleceğin teknolojisini hayal et.

İlk Okuma – Dinozorlar



Stephanie Turnbull
Çeviri: Özlem Özbal

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 7 yaş +, 2022 (7. Basım)

Dinozorlar çok mu büyüktü? Ne yerlerdi? Hangileri korkunç, hangileri zararsızdı? Bu kitapta bu ve benzeri sorulara cevap bulacak ve bir zamanlar dünyanın hâkimi olan bu etkileyici hayvanlarla ilgili pek çok bilgi edineceksiniz.